

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Sistema Integrado de Segurança e Domótica

José Eduardo do Monte Moreira da Rocha Beleza

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major de Telecomunicações

Orientador: Prof. Dr. Mário de Sousa

Janeiro de 2009

Resumo

Hoje em dia, o conforto, segurança e poupança de energia são características fundamentais numa habitação. Com a instalação de um sistema de automação todos estes factores podem ser conseguidos satisfatoriamente. A domótica é uma tecnologia que permite a gestão de todos os recursos habitacionais, simplificando a vida diária das pessoas. Como exemplo das capacidades da domótica, temos a possibilidade de automatizar rotinas e tarefas de uma casa ou mesmo controlar a temperatura ambiente ou até a iluminação.

O trabalho descrito nesta dissertação teve a empresa Nibble – Engenharia, Lda como proponente, visto esta pretender alargar as ofertas domóticas que de momento possui. O objectivo principal da empresa prende-se com o lançamento no mercado de um sistema domótico próprio que inove com a possibilidade de acesso remoto ao sistema. Para tal, foi descrito neste projecto a especificação do *software* para mais tarde ser desenvolvido, a fim de ser comercializado.

Perante esta vontade demonstrada pela empresa, foram especificadas duas interfaces gráficas que permitem o controlo da iluminação da habitação, gestão de utilizadores, observação do estado do equipamento da habitação, programação de tarefas a determinadas horas e datas, escolha de cenários, assim como também foi pensado a existência de segurança técnica, da qual fazem parte os sensores de inundação e gás, e segurança contra intrusão. Todas estas funcionalidades poderão ser acedidas remotamente através da Internet e em diferentes plataformas.

Abstract

Nowadays, comfort, security and energy saving are important characteristics in a home. With the installation of an automation system, all this elements can be achieved satisfactorily. Domotics is a technology that provides management to all home resources, making people's daily life easier. As an example of home automation capabilities, there is the possibility of performing automatic routines or tasks and it is also possible to control the rooms' temperature or even the lighting automatically.

The work described in this thesis had Nibble – Engenharia, Lda as its proposer since they want to extend the domotics capability they have at the moment. The main goal of the company is to be able to enter the domotics market with its own system that can innovate by being able to be accessed remotely. For that, it was described in this thesis the software specification for it to be developed later on in order to be commercialized.

With the company's purpose, two graphical interfaces were specified. These interfaces make possible the control of the home lighting, the users' management, to know the state of each home equipment, the programming of tasks on a specific date and time, the possibility of choosing different ambiances, as well as it also figures technical safety measurements, with the flooding and gas sensors, and an alarm system. All these functionalities may be accessed remotely through the web and in different platforms.

Agradecimentos

Acima de tudo, gostaria de agradecer aos meus pais, por me terem dado esta oportunidade e pelo apoio sempre incondicional.

Agradeço também aos amigos de longa data que sabem da sua importância e que sempre estiveram presentes por todo este meu percurso estudantil. Em especial, quero agradecer ao Ricardo Teixeira pelas horas de sono que dedicou a ajudar-me e à Cátia Santos pela motivação que me deu.

Por fim, ao orientador, o Professor Dr. Mário de Sousa, agradeço toda a sua disponibilidade demonstrada assim como orientação ao longo desta dissertação.

A Ti...

Índice

Resumo	i
Abstract	iii
Agradecimentos	v
Índice	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas e Diagramas	xv
Abreviaturas e Símbolos	xvii
Capítulo 1	1
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento do Trabalho.....	1
1.2 Motivação	2
1.3 Estrutura do Documento	3
Capítulo 2	5
2 Estudo do Mercado	5
2.1 Tecnologias Existentes	5
2.1.1 X-10	5
2.1.2 LonWorks	7
2.1.3 CEBus	10
2.1.4 KNX/EIB	13
2.1.5 C-Bus.....	18
2.2 Situação do Mercado Nacional	20
2.2.1 Logic Home	20
2.2.2 Cardio	22
2.2.3 Mordomus – Intelligent House Management	23

2.2.4	Instabus/EIB	24
2.3	Potenciais Utilizadores	24
2.4	Conclusão	25
Capítulo 3	27
3	Descrição Geral do Sistema.....	27
3.1	Âmbito do Sistema.....	27
3.2	Perspectiva do produto.....	28
3.2.1	Interfaces de <i>hardware</i> , <i>software</i> e de comunicações	28
3.2.2	Interface com utilizador	28
3.3	Funções do Produto	29
3.4	Características dos utilizadores.....	30
Capítulo 4	33
4	Especificação dos Requisitos.....	33
4.1	Processos do Sistema de Informação.....	33
4.1.1	Alterar o estado das lâmpadas da habitação	33
4.1.2	Visualização do Histórico de Potência	35
4.1.3	Programação de Tarefas.....	36
4.2	Visão Geral	37
4.3	Funcionalidades específicas da Interface Gráfica.....	38
4.3.1	Gestão e controlo do estado dos dispositivos de rede.....	38
4.3.2	Programação e organização de tarefas	40
4.3.3	Gestão de históricos e de dados	41
4.4	Casos de Uso	41
4.5	Performance de Software	61
4.6	Requisitos da base de dados	61
4.7	Atributos do Software	62
Capítulo 5	63
5	Resumo de Tecnologias Web	63
5.1	Common Gateway Interface:.....	63
5.2	ASP.NET:	64
5.3	Java Server Pages:	65
5.4	Conclusão:.....	67

Capítulo 6	69
6 Solução Proposta	69
6.1 Arquitectura do Sistema	69
6.2 Modelo Entidade Associação	72
6.3 Modelo Relacional	74
6.4 Protótipo da Implementação da Interface Gráfica.....	74
Capítulo 7	77
7 Conclusão	77
7.1 Desenvolvimentos Futuros	77
8 Referências	79

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Camadas do modelo CEBus e seus tipos de meios de comunicação física ...	10
Figura 2.2 – Topologia Típica CEBus	12
Figura 2.3 – Rede centralizada.....	14
Figura 2.4 – Fonte de alimentação KNX/EIB	15
Figura 2.5 – Alimentação de duas linhas com uma só fonte	15
Figura 2.6 – Interligação de Linhas.....	16
Figura 2.7 – Distâncias Mínimas e Máximas entre Equipamentos.....	16
Figura 2.8 – Topologias de Rede.....	17
Figura 2.9 – Envio de Mensagens na Rede.....	17
Figura 4.1 – Login	42
Figura 4.2 – Erro de Login	42
Figura 4.3 – Início Criança	43
Figura 4.4 – Início Empregado.....	43
Figura 4.5 – Iluminação.....	44
Figura 4.6 – Lâmpadas	44
Figura 4.7 – Estores.....	45
Figura 4.8 – Alarme.....	45
Figura 4.9 – Válvulas de segurança	46
Figura 4.10 – AVAC	46
Figura 4.11 – Aquecimento	47
Figura 4.12 – Ar condicionado	47
Figura 4.13 – Aparelhos Eléctricos	48
Figura 4.14 – Cenários.....	48
Figura 4.15 – Histórico	49
Figura 4.16 – Potência consumida	49
Figura 4.17 – Erro na potência consumida	50
Figura 4.18 – Agendamento	50
Figura 4.19 – Nova tarefa no agendamento	51
Figura 4.20 – Ajuda.....	51
Figura 4.21 – Desactivar Alarme na Página de Login	52
Figura 4.22 – Habitação, Rés-do-chão	53

Figura 4.23 – Novo dispositivo instalado na habitação.....	53
Figura 4.24 – Sala da habitação	54
Figura 4.25 – Sala com estore seleccionado	54
Figura 4.26 – Adição de novo dispositivo, parte 1	55
Figura 4.27 – Adição de novo dispositivo, parte 2	55
Figura 4.28 – Adição de novo dispositivo, parte 3	56
Figura 4.29 – Alarme.....	56
Figura 4.30 – Configuração do alarme.....	57
Figura 4.31 – Configuração do ar condicionado	57
Figura 4.32 – Câmaras.....	58
Figura 4.33 – Visualização da imagem de uma câmara	58
Figura 4.34 – Cenários	59
Figura 4.35 – Edição de cenários.....	59
Figura 4.36 – Utilizadores	60
Figura 4.37 – Edição de utilizadores.....	60
Figura 4.38 – Criação de novo utilizador	60
Figura 6.1 – Sistema único.....	70
Figura 6.2 – Dois sistemas independentes só com uma BdD.	71
Figura 6.3 – Dois sistemas independentes, ambos com BdD.	72
Figura 6.4 – Modelo Entidade Associação 1.....	73
Figura 6.5 – Modelo Entidade Associação 2.....	73
Figura 6.6 – Modelo Entidade Associação 3.....	73
Figura 6.7 – Tabulação Iluminação/Lâmpadas.	75
Figura 6.8 – Tabulação Agendamentos.	75
Figura 6.9 – Novo agendamento de tarefa.	76
Figura 6.10 – Tabulação Agendamento actualizada com nova tarefa.....	76

Lista de Tabelas e Diagramas

Tabela 2.1 – Modelos de Transmissor/Receptor	9
Diagrama 4.1 - Diagrama de actividades para alterar estado das lâmpadas.....	34
Diagrama 4.2 - Diagrama de actividades para visualização do histórico de potência.	35
Diagrama 4.3 - Diagrama de actividades para a programação de tarefas.....	36
Diagrama 4.4 - Diagrama de pacotes dos casos de uso.....	37

Abreviaturas e Símbolos

ASP – *Active Server Pages*

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BCI – *BatiBUS Club International*

bps – bits por segundo

CAN – *Controller Area Network*

CGI – *Common Gateway Interface*

CSMA/CDCR – *Carrier-Sensing Multiple Access with Collision Detection and Collision Resolution*

DVD – *Digital Versatile Disc*

E.U.A. – Estados Unidos da América

EEPROM – *Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*

EHSA – *European Home Systems Association*

EIA – *Electronics Industries Association*

EIB – *Electrical Installation Bus*

EIBA – *European Installation Bus Association*

GSM – *Global System for Mobile Communications*

HTML – *HyperText Markup Language*

IIS – Internet Information Service

IP – *Internet Protocol*

JDBC – *Java Database Connectivity*

JSP – *Java Server Pages*

KNX – Konnex

LAN – *Local Area Network*

NCS – *Network Controller System*

OSI – *Open Systems Interconnection*

PDA – *Personal Digital Assistant*

SDRAM – *Synchronous Dynamic Random Access Memory*

TCP – *Transmission Control Protocol*

UTP – *Unshielded Twisted Pair*

Capítulo 1

1 Introdução

Este capítulo inicial começa por descrever o enquadramento do trabalho sendo seguido pela apresentação dos motivos que levaram à sua realização. Será então apresentada uma organização da dissertação com uma descrição sucinta dos assuntos abordados em cada capítulo.

1.1 Enquadramento do Trabalho

A domótica é um conceito que visa a automatização de edifícios, através do controlo e monitorização integrados dos diferentes sistemas de apoio à sua exploração. É uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais, simplificando a vida diária das pessoas, satisfazendo as suas necessidades de comunicação, de conforto e segurança. Quando a domótica surgiu com os primeiros edifícios nos anos 80, pretendia-se controlar a iluminação, condições climáticas, a segurança e a interligação entre os três elementos.

Nos nossos dias, a ideia base é a mesma e prende-se com um contexto doméstico. Esta tecnologia permite o uso de dispositivos para automatizar as rotinas e tarefas de uma casa. Normalmente são feitos controlos de temperatura ambiente, iluminação e som automaticamente, podendo tudo ser controlado por uma central ou então ser um sistema descentralizado. Em ambos os casos, o sistema pode ser estabelecido para ser controlado remotamente pela Internet ou mesmo pelo telemóvel. Pelo conforto e comodidade que pode proporcionar, aliado a uma contínua baixa do valor dos preços que esta tecnologia comporta, a domótica promete vir a ter muitos adeptos.

Perante esta situação, a possibilidade da venda no mercado de um sistema domótica para instalação numa habitação é algo que uma empresa de electrónica poderá ter em vista como um negócio a explorar.

Este trabalho foi proposto pela empresa Nibble – Engenharia, Lda ao professor coordenador do projecto, Prof. Dr. José António Faria, para ser realizado em meio misto, empresarial e académico, nas instalações da empresa e na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no âmbito da disciplina Dissertação, do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

A empresa Nibble – Engenharia, Lda pretende comercializar um sistema integrado de segurança e domótica. Para tal ser possível, será preciso o desenvolvimento de um projecto tanto a nível de *hardware* como de *software*. Esta dissertação centrou-se apenas no desenvolvimento do *software* do sistema, sendo considerada a parte de *hardware* como algo posterior. Como objectivo, a empresa quer um sistema embebido que permita um acesso remoto via *Web* de modo a ser possível controlar o sistema a partir de qualquer localização com ligação à *Internet*.

Há quatro etapas de processo principais comuns a todos os processos de *software*:

- Especificação do *software* – onde a funcionalidade do software e as restrições na sua operação devem ser definidas;
- Desenvolvimento do *software* – aqui o *software* deve ser produzido de modo a que atenda às suas especificações;
- Validação do *software* – nesta etapa o *software* tem de ser validado para garantir que faz o que o cliente deseja;
- Evolução do *software* – finalmente, o *software* deve evoluir para atender às necessidades mutáveis do cliente [1].

Pretende-se elaborar a primeira etapa, especificação do software, para desenvolvimento futuro de um equipamento para lançamento no mercado pela empresa.

1.2 Motivação

A automação de edifícios sempre foi vista como um artigo de luxo capaz de assegurar um maior conforto, autonomia e segurança a uma habitação. Devido a estes atractivos, a domótica é vista aos olhos dos consumidores como algo apetecível.

A Nibble – Engenharia, Lda já comercializa um módulo de comunicação GSM por si desenvolvido, assim como um pequeno número de equipamentos para instalação numa habitação, mas pretende alargar a capacidade de controlo domótico. Para além disso, têm como principal objectivo conseguir permitir um controlo remoto via *Web* do sistema já que essa capacidade ainda não é apresentada de momento pela empresa. Com todos estes atributos, a empresa pretende criar um sistema capaz de rivalizar e superiorizar-se aos já existentes no mercado, de modo a conseguir penetrar no mesmo.

Com este desafio de penetração no mercado, será necessário o desenvolvimento de um sistema que apresente uma qualidade igual ou superior aos sistemas já existentes mas a um preço inferior.

A empresa não pretende desenvolver os seus próprios dispositivos mas sim utilizar dispositivos fornecidos por revendedores que possam comunicar com o sistema a desenvolver. É necessário que seja um sistema robusto e seguro, estando protegido de possíveis ataques que possam prejudicar o seu bom funcionamento.

Em termos de *hardware*, foi apresentado como possível utilização neste projecto uma placa que está a ser desenvolvida num projecto paralelo a este. Esta placa tem como fim uma diminuição do custo do equipamento que comunica com os dispositivos na rede. A placa consiste em um processador de 200 MHz, memória *flash* de 8 Mb, assim como, memória SDRAM de 64 Mb, o que requeria um supervisionamento por parte de outro equipamento. Outra possibilidade seria o uso de um processador mais potente que o da placa, e com uma memória superior, para manter o sistema a instalar pela imprensa completamente independente.

Para se chegar ao fim desejado, será necessário levar a cabo um estudo minucioso de forma a procurar soluções eficazes.

1.3 Estrutura do Documento

Este documento descreve o trabalho realizado e apresenta-se dividido em sete capítulos, incluindo introdução e conclusão.

O primeiro capítulo está dividido em três secções. Na primeira é descrito o enquadramento do trabalho realizado sendo seguida por uma secção onde se identifica a motivação que levou ao desenvolvimento do mesmo, e terminando, nesta mesma secção onde é apresentada uma estrutura do documento.

De seguida, no capítulo dois, é apresentado um estudo do mercado, no que refere à domótica. Neste capítulo encontram-se quatro secções. Na primeira secção é feita uma exposição das tecnologias existentes. Na secção seguinte figuram vários sistemas que estão presentemente a ser comercializados em Portugal. Seguidamente, é apresentada uma secção onde são expostas as vontades de potenciais utilizadores de domótica e, por fim, na última secção, é feita uma escolha ponderada da tecnologia a ser usada.

Quanto aos capítulos três e quatro, estes apresentam várias secções onde são apresentados os requisitos do sistema e casos de uso do mesmo.

No quinto capítulo é exposto um resumo de algumas tecnologias *Web* terminando com uma conclusão sobre as mesmas.

Já no sexto capítulo são apresentadas arquitecturas possíveis do sistema e como estas serão organizadas e estruturadas tendo em conta os estudos feitos nas outras secções.

Por fim, no último capítulo é apresentada uma conclusão do projecto realizado nesta dissertação, seguido de possíveis desenvolvimentos a serem realizados no futuro.

Capítulo 2

2 Estudo do Mercado

Antes de se especificar qual das tecnologias de automação se iria utilizar no desenvolvimento do produto, foi preciso elaborar uma pesquisa sobre as tecnologias existentes. A procura pela melhor solução foi assim pensada após a análise de diferentes aspectos.

Este capítulo apresenta as tecnologias possíveis para desenvolvimento da especificação do *software*.

2.1 Tecnologias Existentes

2.1.1 X-10

O X-10 é o protocolo mais antigo usado nas aplicações domóticas. Foi desenvolvido entre 1976 e 1978 com o objectivo de transmitir dados por linhas de baixa tensão a velocidade baixa de apenas 50 bps e com custos muito baixos. Ao usar as linhas eléctricas da habitação, não se torna necessário ter novos cabos para ligar os dispositivos.

O protocolo X-10 em si, não é proprietário, ou seja, qualquer fabricante pode produzir dispositivos X-10 e oferecê-los ao público a um preço reduzido. Graças, principalmente, ao seu preço muito competitivo, os produtos X-10 são líderes no mercado residencial Norte-Americano com as instalações a serem realizadas por electricistas sem conhecimentos de automação ou informática ou até pelos próprios utilizadores, sendo um dos maiores veículos para a distribuição destes produtos as grandes superfícies e os armazéns de bricolage.

O X-10 é de momento a tecnologia mais acessível para a realização de uma instalação domótica não muito complexa.

Protocolo:

Existem três tipos de dispositivos X-10: os que só podem transmitir ordens, os que só as podem receber e os que as podem receber e enviar.

Os transmissores podem direccionar até 256 receptores. Os receptores vêm dotados de dois pequenos comutadores giratórios, um com 16 letras e o outro com 16 números, que permitem identificar uma direcção das 256 possíveis. Numa mesma instalação pode haver vários receptores configurados com a mesma direcção, todos realizam a função pré-designada, desde que um transmissor envie um telegrama com esta direcção. Evidentemente qualquer receptor pode receber ordens de diferentes transmissores.

Os dispositivos bidireccionais, têm a capacidade de responder e confirmar a realização correcta de uma ordem, a qual pode ser muito útil quando o sistema X-10 estiver ligado a um programa de visualização que mostre os estados em que se encontra a instalação.

Meio Físico:

O protocolo X-10 usa uma modulação muito simples quando comparado com as que são usadas noutros protocolos de controlo por correntes portadoras. O Transmissor/Receptor do X-10 está dependente do ciclo da onda sinusoidal de 50 Hz para introduzir, um instante depois desta cruzar o zero, um sinal numa frequência fixa.

Pode introduzir-se este sinal nos ciclos positivo ou negativo da onda sinusoidal. A codificação de um bit "1" ou de um bit "0", depende de como este sinal é emitido nos semi-ciclos. O "1" binário é representado por um impulso de 120 kHz durante um milissegundo e o "0" binário é representado pela ausência desse impulso de 120 kHz. Num sistema trifásico, o impulso de um milissegundo é transmitido três vezes para que coincida com a passagem pelo zero das três fases.

Como tal, o tempo de um bit coincide com os 20 milissegundos que dura o ciclo do sinal, de forma que a velocidade binária de 50 bps é imposta pela frequência da rede eléctrica que temos na Europa.

A transmissão completa de um telegrama X-10 necessita de onze ciclos de corrente. A trama divide-se em três campos de informação:

1. dois ciclos representam o Código de Início;
2. quatro ciclos representam o Código de Casa (letras de A-Z);
3. cinco ciclos representam o Código Numérico (1-16) ou o Código de Função (acender a luz, apagar a luz, variar a luz, etc...).

Para aumentar a fiabilidade do sistema, esta trama é transmitida sempre duas vezes, separadas por três ciclos completos de corrente. Há uma excepção, nas funções de variação de intensidade é transmitido de forma contínua, pelo menos duas vezes, sem separação entre tramas [2].

Principais desvantagens:

Para além de ser muito precária, esta tecnologia está sujeita a grandes perdas devido a interferências. E embora nos Estados Unidos da América estes equipamentos sejam facilmente

adquiridos, em Portugal não existe uma tão grande variedade de distribuidores oficiais dos produtos X-10. Deste modo, perde-se a facilidade de aquisição do produto como a que existe no continente americano.

Postos estes problemas, está claro que optar por esta solução não seria viável para a empresa.

2.1.2 LonWorks

A *Echelon Corporation* apresentou a tecnologia *LonWorks* no ano 1992 e desde então múltiplas empresas a têm vindo a usar para implementar redes de controlo distribuídas e automatizadas. Apesar de estar desenhada para cobrir todos os requisitos da maioria das aplicações de controlo, só tem tido êxito a sua implementação em edifícios administrativos, hotéis e indústrias.

O êxito que o *LonWorks* tem tido em aplicações profissionais, nas quais importa muito mais a fiabilidade e a robustez que o preço em si, deve-se a que desde a origem oferecem uma solução com arquitectura descentralizada, extremo-a-extremo, que permite distribuir a inteligência entre os sensores e os actuadores instalados e que cobre desde o nível físico até ao nível de aplicação a maioria dos projectos de redes de controlo.

Segundo a *Echelon*, o *LonWorks* é um sistema aberto a qualquer fabricante que queira usar esta tecnologia sem depender de sistemas proprietários, o que permite reduzir os custos e aumentar a flexibilidade da aplicação de controlo distribuída. Mas embora a *Echelon* use o conceito de “sistema aberto”, como veremos posteriormente, isto não é realmente verdade pois a tecnologia não se pode implementar se não for num circuito integrado registado pela *Echelon*.

Protocolo:

Qualquer dispositivo *LonWorks* está baseado num microcontrolador especial chamado *Neuron Chip*. Tanto este circuito integrado como o *firmware* que implementa o protocolo *LonTalk*, foram desenvolvidos pela *Echelon* no ano de 1990.

Em relação ao *Neuron Chip* podemos salientar que:

- Tem um identificador único, o *Neuron ID*, o que permite endereçar qualquer dispositivo de forma unívoca dentro de uma rede de controlo *LonWorks*. Este identificador, com 48 bits, é gravado na memória EEPROM durante o fabrico do circuito;
- Tem um modelo de comunicação que é independente do meio físico sobre o qual funciona, isto é, os dados podem ser transmitidos sobre cabos de pares do tipo telefónico, correntes portadoras, fibra óptica, radiofrequência, infravermelhos e cabo coaxial;
- O *firmware* que implementa o protocolo *LonTalk*, proporciona serviços de transporte e *routing* extremo-a-extremo. Está incluído um sistema operativo que executa e planifica a aplicação distribuída e que maneja as estruturas de dados que são comunicadas pelos dispositivos.

Estes circuitos comunicam entre si enviando telegramas que contêm o endereço do destinatário, informação para o *routing*, dados de controlo, assim como, os dados da aplicação do utilizador e um *checklist* como código detector de erros. Todas as comunicações de dados são iniciadas num *Neuron Chip*. Um telegrama pode ter até 229 octetos de informação para aplicação distribuída.

Os dados podem existir sob duas formas, a mensagem explícita ou a variável de rede. As mensagens explícitas são a forma mais simples de enviar e receber dados entre duas aplicações residentes em dois *Neuron Chip* do mesmo segmento *LonWorks*. As variáveis de rede proporcionam um modelo estruturado para a troca automática de dados distribuídos num segmento *LonWorks*. São menos flexíveis que as mensagens explícitas mas evitam que o programador da aplicação distribuída esteja dependente dos detalhes das comunicações.

No que diz respeito aos fabricantes, a *Echelon* só concedeu licença a três fabricantes de semicondutores, os quais têm de pagar pelos direitos de cada circuito fabricado. Para além disso, o desenho do *Neuron Chip* permanece secreto e nenhum outro fabricante, para além destes três, pode fabricar este produto. Por estes motivos, ao não existir concorrência real e de a produção estar controlada pela *Echelon*, os preços não se reduziram tanto como deviam para permitir que os dispositivos *LonWorks* tenham um preço competitivo para as aplicações residenciais. Portanto, apesar de a *Echelon* se empenhar em dizer que é um sistema aberto, a realidade demonstra o contrário.

Meio Físico:

O *Neuron Chip* proporciona uma porta específica de cinco pinos que pode ser configurada para actuar como interface de diversos transmissores/receptores de linha, e funcionar a diferentes velocidades binárias. O *LonWorks* pode funcionar sobre RS-485 com isolamento óptico, acoplado a um cabo coaxial ou de pares do tipo telefónico, sobre correntes portadoras, fibra óptica e, inclusivamente, radiofrequência ou infravermelho.

O transmissor/receptor é encarregado de adaptar os sinais do *Neuron Chip* aos níveis de que necessita cada meio físico. Na tabela seguinte resumem-se as características mais importantes dos cinco modelos mais usados actualmente.

<i>Transceiver</i>	Meio Físico	Velocidade Binária	Topologia de rede	Distância Máxima	Nº Dispositivos	Outros
PLT-22	Correntes Portadoras	5,4 Kbps	Qualquer uma em redes de baixa tensão, o par de condutores sem alimentação	Depende da atenuação entre o emissor e receptor e do ruído na linha	Depende da atenuação entre o emissor e receptor e do ruído na linha	Compatível com PLT-20 e PLT-21
TT-10A	Par de condutores tipo telefónico	78 Kbps	Barramento, estrela ou anel. Qualquer combinação destes.	500 m, até 2700 m com duplo barramento e impedâncias nos extremos	64	Compatível com FTT-10 e LPT-10
LPT-10	Par de condutores do tipo telefónico	78 Kbps	Barramento, estrela ou anel. Qualquer combinação destes.	500 m, até 2700 m com dois barramentos e impedâncias nos extremos	32,64,128 em função do consumo	Capaz de alimentar dispositivos pelo mesmo par de condutores
TPT/XF 78	Par de condutores	78 Kbps	Barramento	1400 m	64	Nenhum. Isolado com transformador
TPT/XF 1250	Par de condutores	1,25 Kbps	Barramento	130 m	64	Nenhum. Isolado com transformador

Tabela 2.1 – Modelos de Transmissor/Receptor

Compatibilidade *LonMark*:

A *LonMark* é a associação dos fabricantes que desenvolvem produtos e serviços baseados em redes de controlo *LonWorks*. Esta associação especifica e publica as recomendações e implementações que melhor se adaptam a cada um dos dispositivos típicos das redes de controlo. Para isso baseiam-se nos conceitos de objecto e perfil de funcionamento.

Os objectos *LonMark* formam as variáveis que comunicam na rede de controlo ao nível de aplicação (nível 7 do OSI). Estes objectos descrevem os formatos dos dados que comunicam nos dispositivos e a semântica que se usa para os relacionarmos com outros objectos da aplicação distribuída. Existem três objectos que são básicos, o actuador, o sensor e o controlador.

Os perfis funcionais detalham em profundidade a interface da aplicação distribuída com a rede *LonWorks* e o comportamento das várias funções implementadas.

Para não limitar o conjunto de funções ou objectos que os fabricantes podem instalar num dispositivo *Lonworks*, os perfis funcionais são especificados com um conjunto de objectos ou funções obrigatórios para além de um conjunto opcional. Aqui está a razão de que apesar de existirem milhares de produtos *Lonworks* nem todos têm a certificação *LonMark* [3] [4].

Principais desvantagens:

Devido ao seu custo, os dispositivos *LonWorks* não têm tido grande implementação nas casas, sobretudo porque existem outras tecnologias com prestações iguais e muito mais baratas. Aliado a esta situação, põe-se também o facto de esta tecnologia não ser completamente aberta, o que encarece todo o desenvolvimento à sua volta.

Com a apresentação destas características, não se aceita a tecnologia *LonWorks* como algo a considerar no futuro do desenvolvimento do sistema.

2.1.3 CEBus

O *Consumer Electronic bus*, CEBus, é um protocolo de comunicação, ponto-a-ponto, de mensagens de controlo relativamente curtas sobre os meios de comunicação disponíveis numa habitação. Este protocolo para automação doméstica é uma norma dos Estados Unidos, EIA – 600, e surgiu há mais de dez anos. A norma CEBus surgiu em 1984, para dar resposta às necessidades sentidas no seio da automação doméstica devido à inexistência de uma forma padronizada que permitisse aos diferentes dispositivos comunicarem entre si, à incompatibilidade entre os diferentes produtos existentes no mercado, provenientes de fabricantes distintos e também devido à incompatibilidade entre formatos, designadamente no que respeita aos dispositivos de controlo remoto para televisões, rádios e outros aparelhos, responsável pela enorme confusão no seio dos consumidores.

Protocolo:

O protocolo CEBus tem como referência o modelo OSI, embora não inclua as camadas de Apresentação, Sessão e Transporte (Figura 2.1).

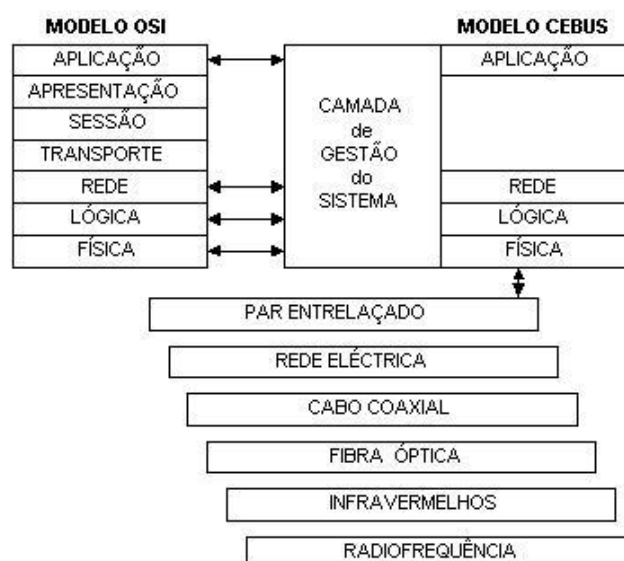


Figura 2.1 – Camadas do modelo CEBus e seus tipos de meios de comunicação física
Imagem retirada de [5].

A norma EIA-600 especifica o formato da mensagem, a entrega desta e as regras de resposta das camadas de aplicação, de rede, lógica e física. Tipicamente, os utilizadores compram os componentes de software do protocolo, modificando a parte variável deste, consoante a aplicação desejada. Esta norma também define uma rede de comunicações que suporta comunicação por rede de energia eléctrica, par entrelaçado, cabo coaxial, sinalização por infravermelhos, sinalização por radiofrequência, fibra óptica, assim como, cabo áudio-vídeo.

Com esta variedade de escolha do meio de comunicação, alguns sistemas de automação podem ser instalados, sem necessidade de colocar nova cablagem. Estes sistemas podem usar a rede eléctrica para troca de dados entre os componentes e, para o controlo remoto, infravermelhos ou radiofrequência.

Todos os meios físicos de comunicação transportam o canal de controlo CEBus e transmitem a informação com o mesmo ritmo de transmissão, cerca de 8000 bps. Também podem transportar canais de dados com larguras de bandas adequadas para vídeo e áudio, dependendo do meio de comunicação físico. Os comandos e as informações do estado são transmitidos no canal de controlo na forma de mensagens, compostas por pacotes de bytes. A maior parte da especificação do CEBus é dedicada à especificação do canal de controlo.

O formato das mensagens CEBus de controlo é independente do meio de comunicação usado. Cada mensagem contém o endereço destino, sem nenhuma referência aos meios de comunicação onde o emissor e o receptor estão colocados. Logo, o CEBus forma uma rede lógica uniforme.

O CEBus suporta uma topologia flexível. Um dispositivo pode ser colocado em qualquer lugar onde seja necessário e poderá ligar-se a qualquer meio de comunicação, para o qual terá uma interface CEBus apropriada. As mensagens podem ser enviadas entre os diferentes meios de comunicação, através do uso de um dispositivo electrónico denominado encaminhador. Na Figura 2.2, pode visualizar-se uma rede CEBus típica, com três meios de comunicação interligados por encaminhadores. Os sensores e actuadores são colocados nesta rede, no local que for mais conveniente. O controlador, *clustercontroller*, ilustrado na figura, é responsável pela organização de uma aplicação que pode ser, por exemplo, a iluminação ou a gestão de energia.

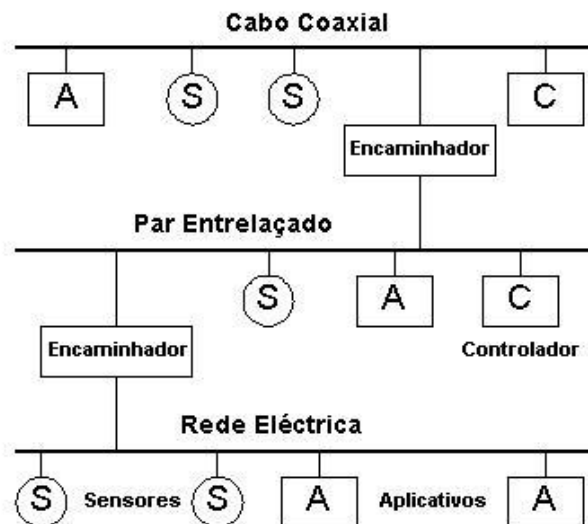


Figura 2.2 – Topologia Típica CEBus
Imagem retirada de [5]

Todos os pontos de ligação dos dispositivos em cada um dos meios de comunicação são tratados logicamente tal como se estivessem num barramento. Esta tecnologia emprega CSMA/CDCR, *Carrier-Sensing Multiple Access with Collision Detection and Collision Resolution*, o que permite que qualquer dispositivo existente na rede possa aceder ao meio de comunicação a qualquer momento. Contudo, um dispositivo que pretenda enviar um pacote de dados deve, primeiro, verificar se a linha do barramento se encontra, nesse momento, desimpedida. Neste caso, o pacote será enviado, tal como sucede no protocolo IEEE 802.3 das redes locais de transmissão de dados.

Todos os dispositivos lêem o endereço de destino contido na mensagem. Só o dispositivo que possuir um endereço igual ao que vem na mensagem é que lê o conteúdo desta e actua em conformidade com o mesmo.

No endereçamento de mensagens, além de se poderem enviar mensagens individuais, todos os dispositivos ou grupos restritos de dispositivos podem ser alcançados por uma única mensagem contendo um endereço de difusão único. Todos os dispositivos CEBus devem responder ao endereço de difusão. Um dispositivo pode fazer parte de um ou mais grupos, o que permite que uma única mensagem seja enviada para um determinado grupo, por exemplo, para o grupo dos alarmes. Cabe ao fabricante determinar se o dispositivo criado suporta, ou não, endereçamento de grupo e, no caso afirmativo, quantos grupos podem ser suportados. Todos os membros do grupo recebem as mensagens que lhes são endereçadas.

A tecnologia CEBus não usa um controlador central para gerir a entrega das mensagens de controlo. Este é distribuído entre os dispositivos e os encaminhadores que fazem a ligação dos diferentes meios de comunicação [5].

Desvantagens:

A desvantagem mais significativa desta tecnologia deve-se a este protocolo ter sido criado principalmente para ser utilizado nos Estados Unidos da América. Isto faz com que o acesso a equipamento que funcione com esta tecnologia seja difícil e dispendioso.

Para além desta desvantagem, o facto de a tensão da rede eléctrica nos E.U.A. e na Europa ser diferente também invalida a capacidade de funcionamento dos equipamentos usados e comercializados pelos norte-americanos. Perante esta diferença, os dispositivos teriam de ser adaptados à rede eléctrica europeia para um funcionamento próprio.

2.1.4 KNX/EIB

O protocolo Konnex (KNX) é uma iniciativa promovida por três associações europeias, a *European Installation Bus Association* (EIBA), a *BatiBUS Club International* (BCI) e a *European Home Systems Association* (EHSA).

Os objectivos desta iniciativa são:

- Criar um único standard para a domótica e automação de edifícios que cubra todas as necessidades e requisitos das instalações profissionais e residenciais no âmbito europeu;
- Melhorar as prestações dos diversos meios físicos de comunicação sobretudo na tecnologia de radiofrequência, fundamental para a efectiva consolidação da domótica;
- Introduzir novos modos de funcionamento que permitam aplicar uma filosofia *Plug&Play* a muitos dispositivos típicos de uma casa;
- Envolver as empresas fornecedoras de serviços como as de telecomunicações e de electricidade, com o objectivo de desenvolver a telegestão nas casas.

Em suma, partindo dos sistemas EIB, EHS e BatiBUS, trata-se de criar um único *standard* europeu que seja capaz de competir em qualidade, prestações e preços, com outros sistemas norte-americanos como o *Lonworks* ou X-10. Pode afirmar-se que este protocolo terá o melhor do EIB, do EHS e do BatiBUS.

Esta tecnologia KNX está considerada pelos próprios como sendo a única de protocolo aberto para sistemas de controlo de casas e edifícios. Dada esta situação, existem mais de 100 fabricantes de dispositivos KNX no mercado que oferecem mais de 7000 grupos de produtos certificados pela associação KNX e de diferentes aplicações de domínio.

Protocolo:

O KNX/EIB foi desenvolvido com o objectivo de constituir um sistema de gestão na área das instalações eléctricas para o accionamento de cargas, controlo ambiental e segurança, em diferentes tipos de edifícios. Esta tecnologia pode ser instalada em grandes edifícios, como por exemplo escritórios, escolas, hospitais e fábricas, assim como em residências domésticas, assegurando a monitorização e o controlo de funcionalidades e processos, tais como luzes,

persianas, aquecimento, ventilação, ar condicionado, gestão de cargas, sinalização e alarmes. Os dispositivos da tecnologia KNX/EIB são alimentados através do próprio meio de comunicação, que pode ser par entrançado ou a linha de alimentação 230V. Existem, contudo, outros dispositivos que requerem fontes de alimentação adicionais, como por exemplo dispositivos de rádio frequência e de infravermelhos. O EIB foi desenvolvido para fornecer um controlo técnico distribuído para gestão e vigilância de edifícios, sendo usada uma transmissão série de dados entre os dispositivos ligados ao barramento (BUS). O KNX/EIB é normalmente implementado como um sistema descentralizado, mas também permite, quando requisitado, a implementação de aplicações centralizadas. A gestão descentralizada é implementada dentro dos dispositivos, podendo comunicar directamente entre eles sem recurso a nenhuma hierarquia ou dispositivo supervisor de rede. Este tipo de gestão torna o sistema muito flexível. Com o mesmo meio físico, e com os mesmos dispositivos, é possível implementar ambas as alternativas, estando o modo de gestão centralizado ilustrado na Figura 2.3, na qual o controlador de aplicação representado corresponde a um computador portátil.

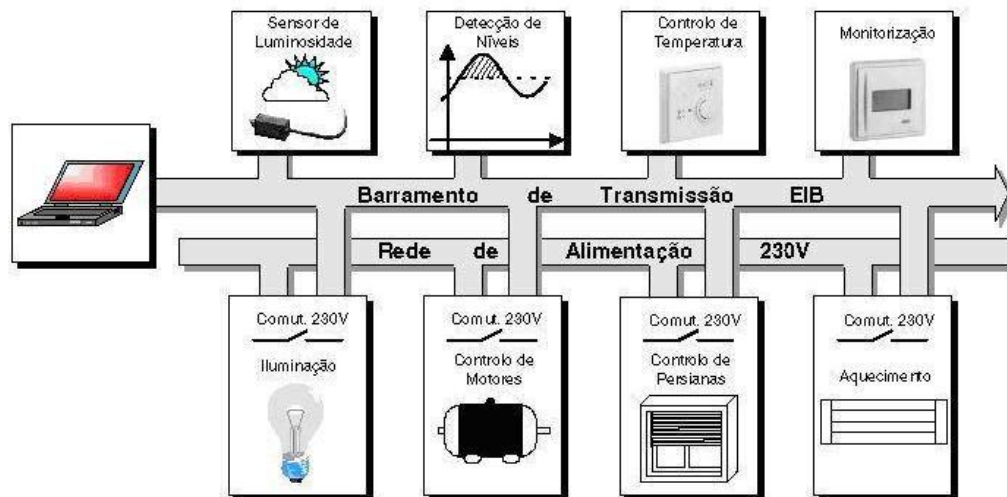


Figura 2.3 – Rede centralizada
Imagem retirada de [6]

O barramento EIB adapta-se facilmente ao tamanho da instalação e às funções a executar, podendo interligar mais de dez mil dispositivos.

A alimentação do sistema pode ser feita através de dois tipos de fontes de alimentação, com ou sem filtro indutivo integrado. Cada fonte de alimentação possui dois ou três leds, um led verde para indicar a operação normal e um led vermelho para indicar sobrecarga, por exemplo, curto-circuito. Existirá um terceiro led amarelo, se a fonte de alimentação estiver equipada com protecção contra sobretensão, tal como se ilustra na Figura 2.4.

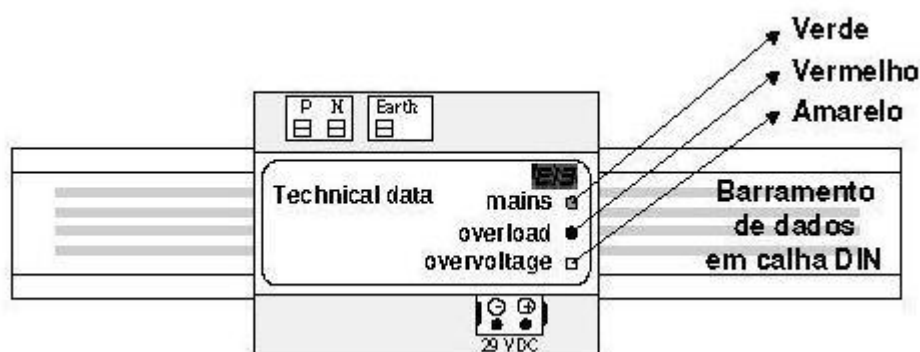


Figura 2.4 – Fonte de alimentação KNX/EIB
Imagem retirada de [6]

Tendo como objectivo garantir um funcionamento seguro, cada dispositivo requer, no mínimo, uma tensão de alimentação de 21V, consumindo 0,15W. Cada fonte de alimentação armazena energia de forma a prevenir falhas com duração inferior a 100ms, podendo alimentar mais do que uma linha, sendo neste caso necessária a introdução de um filtro indutivo na segunda linha, como se pode ver na Figura 2.5.

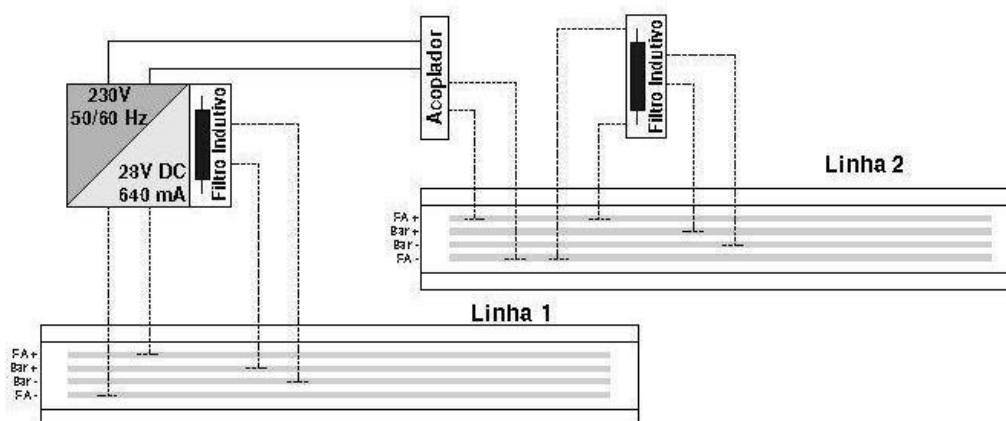


Figura 2.5 – Alimentação de duas linhas com uma só fonte
Imagem retirada de [6]

Se mais do que 30 dispositivos estiverem interligados entre si numa área reduzida, como, por exemplo, num quadro de distribuição, a fonte de alimentação deve ser instalada na vizinhança desse grupo. No caso de ser necessária a instalação de uma nova unidade de alimentação, funcionando como reserva, esta deve ser colocada a uma distância mínima de 200 m, podendo ser utilizadas no máximo duas fontes. O filtro indutivo faz a interface entre o barramento e a fonte de alimentação, assegurando o desacoplamento entre a alimentação e os dados, sendo recomendado que se equipe o filtro com um interruptor de reinicialização, de forma a isolar a fonte da linha, em caso de curto-circuito.

No que diz respeito à topologia da linha, o sistema KNX/EIB está organizado segundo uma estrutura hierarquizada, estando separado por Linhas e Zonas ou Áreas. A Linha KNX/EIB é a entidade mais pequena do sistema; sendo constituída por uma alimentação e por produtos

KNX/EIB, normalmente designados por participantes. Uma linha suporta um máximo de 64 participantes. No caso da instalação projectada prever mais de 64 participantes ter-se-á de acrescentar mais linhas. Para interligar as várias linhas entre si é necessário definir uma linha principal, onde todas as outras serão ligadas, através de Acopladores de Linha. É possível interligar, no máximo, até 15 linhas secundárias à linha principal. Ao conjunto de várias linhas dá-se o nome de Zona ou Área KNX/EIB.

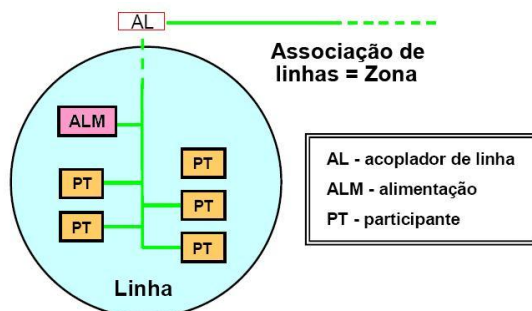


Figura 2.6 – Interligação de Linhas

Dentro de cada segmento eléctrico, existem limitações físicas, dado que a distância máxima entre fonte de alimentação e um dispositivo é de 350 m, a distância máxima entre dois dispositivos é de 700 m, o comprimento máximo do cabo é 1000 m e a distância mínima entre duas fontes na mesma linha é de 200 m. A Figura 2.7 ilustra essas mesmas distâncias.

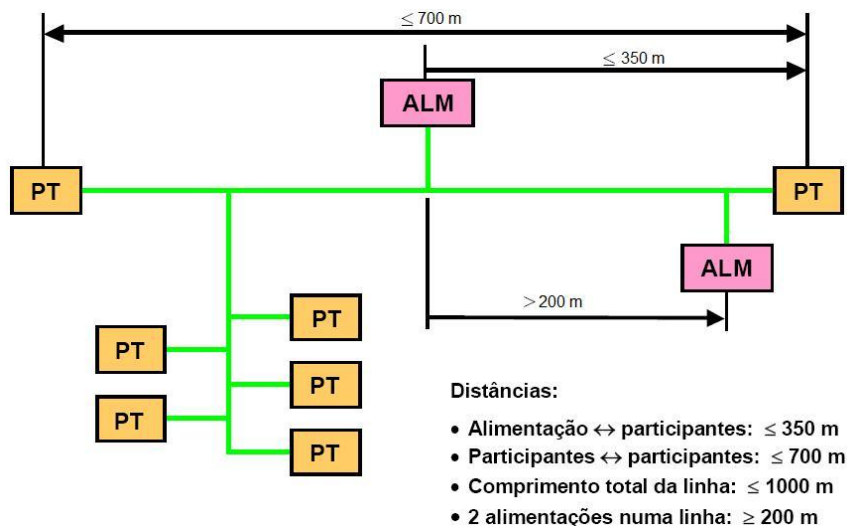


Figura 2.7 – Distâncias Mínimas e Máximas entre Equipamentos

Apesar destes limites, a estrutura máxima consegue suportar mais de 15000 dispositivos KNX/EIB. Quando são usados repetidores, o número de dispositivos pode ascender aos 61000.

A divisão de um sistema em linhas e zonas é vantajoso, pois assim as mensagens referentes a uma determinada linha ou zona não interferem no tráfego de mensagens de outra linha ou zona. Assim, os acopladores têm como função limitar a circulação de informações, actuando como um filtro selectivo e facilitando o processo de comunicação entre diferentes linhas e zonas.

Em termos de rede, um sistema KNX/EIB suporta vários tipos de topologia de rede, dos quais são exemplo as redes na Figura 2.8, mas em caso algum deve ser criado um circuito fechado, em anel.

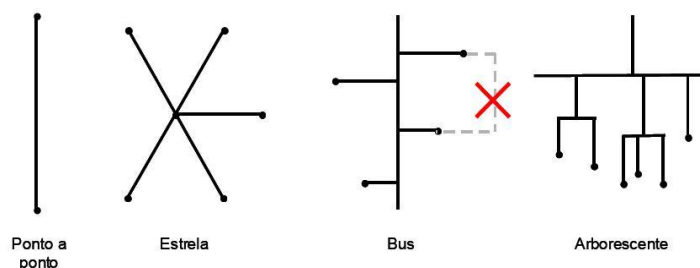


Figura 2.8 – Topologias de Rede

Meio Físico:

A tecnologia KNX/EIB pode ser suportada por diferentes meios. São exemplos desses meios o par trançado, as correntes portadoras, a radiofrequência, infravermelhos ou mesmo sobre TCP/IP, sendo também possível a interligação a qualquer outro sistema através de uma unidade conversora "gateway". Esta ligação tanto pode ser feita na linha de área, na linha principal ou em qualquer outra linha do sistema. A comunicação entre um sensor, por exemplo, um Interruptor, e um actuador, por exemplo, uma lâmpada, é feita pela sequência de operações que se ilustra na Figura 2.9.

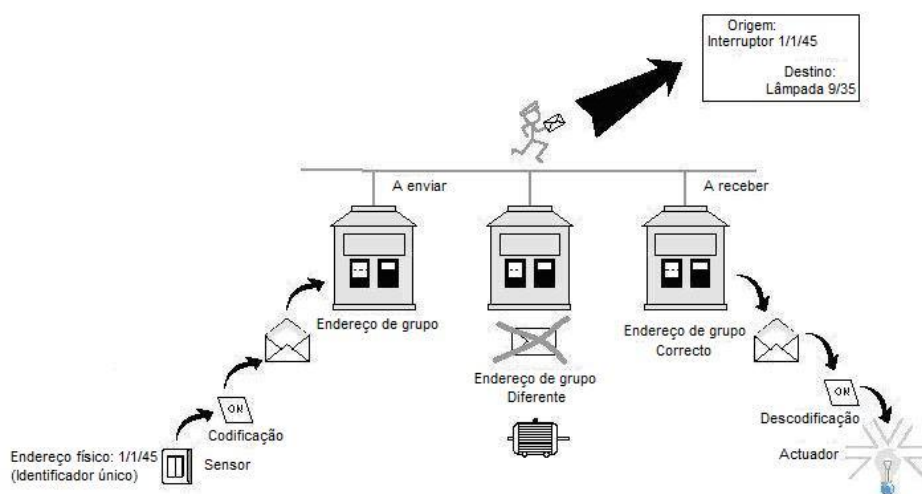


Figura 2.9 – Envio de Mensagens na Rede
Imagem retirada de [6]

Usando o protocolo EIB, o interruptor, inicialmente identificado pelo seu endereço físico, comunica com a lâmpada através do correspondente endereço de grupo. A transmissão da informação é baseada na troca de dados codificados entre objectos de comunicação (caixas de correio), que apenas podem transmitir telegramas com um único endereço de grupo. Do lado oposto, os objectos de comunicação podem subscrever diversos endereços de grupo, o que

permite receber telegramas de diferentes origens. Isto significa que todos os dispositivos do barramento subscritos com o endereço de grupo correcto, como a nossa lâmpada, receberão a mensagem de comando do interruptor [7].

Desvantagens:

Devido à existência de uma quantidade bastante grande de fabricantes, o preço para dispositivos semelhantes pode variar significativamente, mas, e embora seja um protocolo aberto, é preciso pagar uma quantia à Associação KNX para ser reconhecido como fabricante de produtos KNX. Perante esta situação, o valor de venda dos equipamentos KNX é um pouco elevado em comparação com dispositivos de outras tecnologias.

2.1.5 C-Bus

C-Bus é um sistema de gestão e controlo, baseado em microprocessadores, de edifícios e habitações. É usado para controlo de iluminação e outros serviços eléctricos, tais como, bombas, aparelhos audiovisuais ou motores, quer seja um simples equipamento de iluminação com controlo digital ou analógico, tais como lâmpadas fluorescentes de intensidade regulável, C-Bus pode ser usado para facilmente controlar quase todo o tipo de carga eléctrica.

De modo a assegurar uma operação rápida e eficiente, cada dispositivo C-Bus tem o seu próprio microprocessador integrado, permitindo a cada unidade ser individualmente programada.

C-Bus usa um método patenteado para fazer a actualização do estado das unidades. Este método não requer um computador central ou um controlador central para trabalhar com as bases de dados ou as *lookup tables* para operar. O estado de cada unidade C-Bus é iniciado em intervalos de tempo específicos, sem ser necessário um controlador central. Cada equipamento é alocado a um intervalo de tempo exacto para transmitir o seu estado, estando sincronizado com um impulso auto-gerado do relógio do sistema. Isto permite a transmissão de grandes quantidades de informação num intervalo de tempo muito pequeno, com eficiência e fiabilidade pela rede, levando a *overheads* de baixo processamento e a exigência de baixa largura de banda.

O C-Bus como um sistema domótico é usado principalmente na Austrália. Hoje em dia, a tecnologia C-Bus também está disponível na Ásia e nos Estados Unidos da América, com o nome de SquareD, assim como também pode ser visto em alguns edifícios específicos no Reino Unido, como é o caso do novo estádio de Wembley e do *Manchester City Football Club*.

Esta tecnologia é compatível com TCP/IP, Creston, AMX, *LonWorks*, ModBus, *Charmed Quark Controller* e mais alguns outros protocolos através de interfaces.

Protocolo:

O protocolo C-Bus é um protocolo aberto e está disponível no domínio do *C-Bus Enabled*, contudo, é necessário acordar com uma licença. Também é possível tornar-se um parceiro *C-Bus enabled*. Isto requer um pagamento, mas deste modo será providenciado um grande nível de apoio para o desenvolvimento de produtos e certificação.

O sistema de cablagem de um sistema C-Bus usa cabo UTP (Unshielded Twisted Pair) de categoria 5 como cabo de comunicação na rede. A categoria 5 da rede C-Bus usa uma topologia de rede livre. O comprimento máximo de cabo a ser usado numa rede desta tecnologia não pode ser superior a 1000 m. Contudo, este valor pode ser facilmente extensível usando *bridges* de rede C-Bus. Até unidades podem ser instaladas numa rede C-Bus mas tal como o comprimento do cabo, este número de unidades também poderá ser aumentado usando *bridges* de rede.

O número máximo de redes com fio que o sistema pode ter numa instalação será de 255, tendo em conta que se se usar uma interface *C-Bus Ethernet* o tamanho do sistema será apenas limitado pelo endereçamento IP. O número máximo de redes ligadas em série à rede local é de sete via *bridges* de rede, por exemplo, usando seis *bridges*.

Cada unidade típica de C-Bus requer 18 mA @15-36 Vdc para operar. Contudo, algumas unidades C-Bus podem necessitar de até 40 mA.

Mais do que uma fonte de tensão pode ser ligada à rede C-Bus para providenciar tensão às unidades mas ambas as fontes irão dividir a carga uniformemente. Cada rede também requer a existência de um relógio que gera a sincronização da informação [8].

Desvantagens:

Uma das maiores desvantagens desta tecnologia prende-se com o facto de ainda não estar muito disseminada na Europa. Este facto faz com que os equipamentos para serem usados com o C-Bus apresentem preços demasiado elevados, sendo ainda mais caros que o equipamento KNX/EIB.

Para além do problema do preço, ainda há um outro obstáculo que se deve à rede eléctrica principal normalmente usada não ser compatível com o uso dos cabos C-Bus. Logo, isso levaria a ter de ser feita uma instalação completamente nova para a instalar este equipamento ou só poder ser feito em edifícios novos. Contudo, poderá ser usado o C-Bus *wireless* por radiofrequência para suplantar este problema.

2.2 Situação do Mercado Nacional

2.2.1 Logic Home

A LogicHome – Soluções Inteligentes para Edifícios, é uma estrutura dentro do universo Logicalc orientada para a domótica e a automatização. Em 2003 A LogicHome desenvolveu uma parceria com o Instituto Pedro Nunes, instituição da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, para o desenvolvimento de sistemas avançados de domótica distribuída, utilizando protocolos de comunicações com e sem fios.

O sistema comercializado por esta empresa, o sistema Logic Home®, assenta em pilares considerados fundamentais:

- gestão e controlo de parâmetros de segurança técnica, tais como, fogo, fugas de gás e inundação;
- gestão de acessos e detecção de pessoas, numa perspectiva múltipla de segurança de pessoas, bens e instalações tendencialmente não intrusiva, conforto e ambiente, assim como, a economia de energia;
- gestão, comando e controlo da totalidade da instalação eléctrica;
- comando e controlo dos sistemas de conforto ambiental/climatização – temperatura e humidade, com actuação programada sobre os mecanismos do ar condicionado e aquecimento;
- controlo de luminosidade interna e externa;
- gestão domótica individualizada dos espaços de forma centralizada, com comando e controlo distribuídos;
- gestão, central e distribuída, integrada por cenários para comando e controlo automatizados de todo o complexo domótico do empreendimento, baseados em mecanismos seguros mas de fácil utilização, para configuração, definição de cenários e autorizações de utilização:
- integração da domótica com as comunicações, incluindo telefones fixos, móveis e Internet, sendo este o veículo preferencial de utilização do sistema pelos seus utilizadores;
- integração com sistemas de lazer;
- interligação com outros subsistemas técnicos;
- PDA para controlo do sistema;
- acesso Remoto – Gestão do Sistema, alarmes e vigilância.

A base deste sistema centra-se no uso de redes CAN [9].

Controller Area Network (CAN):

As redes *Controller Area Network (CAN)* são um protocolo de redes de computadores designado para permitir que microcontroladores e outros aparelhos comuniquem entre si sem ser

necessário um computador que os albergue. Foi criado especificamente para ser aplicado a automação automóvel mas hoje em dia é utilizada nas diferentes áreas.

As redes CAN, as quais são um tipo de *Network Controller System* (NCS), consistem em redes que abrangem um espaço geográfico desde uma *Personal Area Network* à *Local Area Network* (LAN), dependendo do propósito para o qual vai ser utilizado. Pelo facto das CAN basearem-se na aplicação de sistemas em tempo real, é necessário um controlo rígido de erros e garantia de recepção de mensagens. As CAN baseiam-se no conceito do uso de mensagens geradas por *broadcast*, contendo um dispositivo central controlador de mensagens.

Baseando-se em 4 pontos principais, as redes CAN trabalham com uma topologia de rede física em estrela e lógica em barramento, enviando as mensagens por *broadcast*.

- Implementação de *Hardware*:

O meio de transmissão para as redes CAN influencia directamente no funcionamento e no envio correcto das mensagens, uma vez que estas precisam de ser fiáveis e transmitidas a alta velocidade.

A topologia física da rede também precisa ser analisada com cuidado. O comprimento de cada ramo deve seguir a norma CAN, caso contrário, a propagação das mensagens pode ser prejudicada.

- Transmissão simples:

As CAN devem funcionar mesmo em caso de existência de uma falha na ligação física, assim, uma CAN a transmitir por 2 pares de cabo é capaz de operar normalmente somente com 1 par.

- Controlo de erros:

O controlo de erros do protocolo CAN é a principal característica deste tipo de rede. Como as CAN são utilizadas em sistemas sensíveis a falhas, o controlo de erros é feito pelos próprios dispositivos.

- Boa limitação de falhas:

Se um dispositivo estiver danificado, pode resultar no envio de mensagens de erro na rede, prejudicando assim a largura de banda. Este mecanismo de controlo de erros garante que as mensagens sinalizadoras de eventos críticos possam ser enviadas com sucesso, garantindo a integridade do sistema. Embora as mensagens sejam enviadas em *broadcast*, as colisões não são destrutivas como nas redes *Ethernet*, sendo que todas as mensagens são transmitidas com um bit recessivo e outro dominante para determinar a prioridade na transmissão. Quando duas mensagens são enviadas simultaneamente no meio, a mensagem com maior prioridade continua a ser transmitida enquanto é abortada a transmissão da mensagem de menor prioridade pelo dispositivo originador do sinal. As mensagens bloqueadas são retransmitidas pelo controlador central [10].

Desvantagens do sistema Logic Home:

O facto de ser uma solução proprietária que desenvolve os seus próprios dispositivos, obriga a que o utilizador sempre que tenha problemas seja obrigado a contactar a empresa. Esta situação não é de todo confortável ao cliente.

Para além disso, os equipamentos indicados para esta solução domótica não serão compatíveis com a maioria dos sistemas domóticos alternativos, sendo só úteis para o uso no sistema desta empresa.

2.2.2 Cardio

O Cardio é um sistema de controlo domótico completo, centralizado para instalação em vivendas de tipo unifamiliar. Este sistema pode acoplar-se à instalação eléctrica de uma vivenda, tanto em construção, como já construída, com algumas modificações relativamente à instalação normal. Este sistema domótico permite:

- regular a intensidade da iluminação;
- criar ambientes;
- programar para ligar ou desligar as luzes do jardim, automaticamente, respectivamente ao anoitecer ou ao amanhecer;
- simular a presença quando está ausente;
- controlar os aparelhos que existam na habitação;
- controlar o ar condicionado ou o aquecimento da habitação, tanto localmente como a partir de telefone ou computador externo;
- controlar sistema de rega;
- aceder a entradas de segurança de tipo médico, incêndio ou intrusão.

O controlo de todas as funções deste sistema pode fazer-se através de uma consola táctil fixa, a partir de uma consola táctil móvel, desde qualquer telefone da casa ou telefone exterior, assim como, a partir de um computador [11].

Desvantagens:

Este sistema já apresenta uma interface com consola táctil para uma melhor interacção do utilizador, mas tal como o sistema anterior, esta solução é também uma solução proprietária o que traz todos os problemas referidos anteriormente, sendo que neste caso não se sabe que tipo de equipamento e comunicação é utilizado dado que essa informação não é disponibilizada.

2.2.3 Mordomus – Intelligent House Management

Mordomus é o primeiro sistema de domótica totalmente desenvolvido e produzido em Portugal. É um sistema criado para tornar a habitação mais eficiente energeticamente, mais segura, mais autónoma e com a melhor comodidade para o utilizador.

O Mordomus é constituído pela interligação do sistema físico de *hardware*, gerido e controlado pelo software residente numa consola central, possibilitando uma infinidade local ou remotamente de funções e configurações de todo o sistema pelo utilizador.

Este sistema permite a configuração dos equipamentos que o constituem à vontade do utilizador através de uma consola táctil equipada com um interface gráfico.

Como funcionalidades, este equipamento disponibiliza:

- Interruptores inteligentes;
- Iluminação inteligente;
- Tomadas controladas;
- Controlo de climatização;
- Segurança;
- Ventilação controlada;
- Persianas e cortinas;
- Video-porteiro;
- Alarmes técnicos;
- Alarmes de intrusão;
- Piscina e Rega de jardim;
- Videovigilância;
- Sonorização ambiente;
- Acesso remoto via Internet;
- Controlo por PDA;
- Controlo por GSM [12].

Desvantagens:

Mais uma vez, foi tomada a opção de usar um sistema com protocolo fechado. A empresa que comercializa este sistema optou por desenvolver todos os módulos que pertencem ao sistema. Dado a esta opção, o cliente e utilizador ficará sempre dependente da empresa para uma actualização ou mudança no serviço, o que provoca desconforto ao utilizador.

Em princípio, e visto que todo o equipamento é desenvolvido pela empresa que comercializa este produto, este sistema também não deverá ser compatível com outros equipamentos dado que não é dada uma informação de contrário.

2.2.4 Instabus/EIB

O sistema Instabus/EIB foi criado para obter um funcionamento económico com um elevado conforto e uma segurança abrangente. Estes são os principais requisitos impostos à moderna tecnologia de edifícios, tanto aos edifícios de escritórios e industriais, como aos edifícios de habitação.

No sistema de edifícios Instabus/EIB, a comunicação entre a totalidade das funções domóticas é possível através de um barramento comum. Daí resulta uma organização coordenada dos participantes localizados num só edifício ou em imóveis separados.

A flexibilidade alcançada através deste sistema é extremamente vantajosa em termos construtivos. A competência das aproximadamente 140 empresas de renome reunidas na associação EIBA demonstra que os aparelhos e o software de aplicação também estarão disponíveis no futuro, o que, no caso de alterações de utilização ou na hipótese de se pretender ampliar progressivamente toda a instalação, oferece uma segurança quanto ao equipamento que se instala [13].

Este sistema permite um controlo de um sem fim de dispositivos e equipamentos. Bastará procurar nos catálogos os dispositivos que existam na altura da instalação do sistema e escolher o que pretende adquirir

Desvantagem:

Este sistema, apesar de não ser proprietário, requer que sejam empresas certificadas pela *KNX Association* a vender os equipamentos necessários para a instalação do mesmo. Isto faz com que o preço de venda destes equipamentos certificados seja demasiado elevado em comparação com as soluções proprietárias apresentadas anteriormente.

2.3 Potenciais Utilizadores

Visto ter-se como objectivo a posterior venda de um sistema integrado de segurança e domótica num mercado nacional, foi realizada uma prospecção sobre a vontade que potenciais utilizadores de sistemas domóticos teriam se fossem adquirir um produto desses.

Após a inquirição de várias pessoas, conclui-se que os principais requisitos de um sistema domótico serão:

- Capacidade de controlo e gestão da iluminação da habitação havendo também a possibilidade de a iluminação ser controlada através de detectores de movimento;
- Existência de equipamento contra intrusões;
- Possibilidade de gestão e controlo do aquecimento e ar condicionado;

- Visualização de imagens de câmaras instaladas na habitação através de um circuito fechado de televisão;
- Possibilidade de controlo de estores;
- Existência de alarmes técnicos de sinalização, tais como alarmes de incêndio, gás ou inundação;
- Sistemas automáticos de rega e de controlo da piscina;
- Controlo sobre o *home theater*;
- Capacidade para controlar e gerir os diversos electrodomésticos da habitação;
- Possibilidade de acesso remoto, quer através de um computador como também através de um PDA.

Estes requisitos são as vontades demonstradas pela maior parte das pessoas inquiridas.

2.4 Conclusão

Após uma análise das diversas tecnologias anteriormente apresentadas, e tendo em atenção as vontades demonstradas por potenciais utilizadores, chega-se à conclusão de que a melhor tecnologia a usar será a KNX/EIB.

A KNX/EIB é, de momento, a tecnologia mais difundida na Europa. Para além disso, já existem equipamentos capazes de responder às vontades dos potenciais utilizadores e podem ser facilmente adquiridos nos vários revendedores já existentes em Portugal, tal como pretende a empresa.

Outra das razões para esta escolha prende-se com o facto de esta ser uma tecnologia fiável. Embora seja um pouco dispendiosa, é possível optar por dispositivos com menos detalhe estético e a preços mais acessíveis mas que terão na mesma o certificado de qualidade da associação KNX.

Em suma, optando por esta tecnologia, estamos perante um sem fim de equipamentos com diversas possibilidades a nível domótico. Não terão de ser equipamentos desenvolvimentos especificamente para uma determinada situação, bastando apenas interligar os tipos de dispositivos pretendidos para se criar um sistema domótico.

Capítulo 3

3 Descrição Geral do Sistema

Os sistemas domóticos deverão ter capacidade de interacção com os diversos equipamentos de um edifício ou de uma habitação (ar condicionado, luzes, segurança, electrodomésticos, aparelhos de multimédia, etc.). Pretende-se criar um sistema que permita a gestão e controlo da totalidade da rede domótica via *Web* através de um software.

Os diferentes equipamentos existentes na rede poderão ser geridos através de uma Interface Gráfica. Para se disponibilizar um acesso remoto ao sistema domótico com a possibilidade de ser usado um servidor de baixo custo, serão criadas duas Interfaces Gráficas diferentes em que uma permitirá a visualização e controlo dos equipamentos da rede e outra interface que permitirá a configuração da anterior e que terá mais funcionalidades disponíveis.

Este capítulo tem como finalidade especificar um conjunto de requisitos associados à implementação dum Sistema de Informação, para controlo dos diferentes equipamentos domóticos e organiza-se segundo a norma IEEE STD 830-1998, dando assim uma estrutura reconhecida internacionalmente às especificações das Interfaces Gráficas para garantir a melhor compreensão possível antes do seu desenvolvimento [14].

3.1 Âmbito do Sistema

O Sistema de Informação especificado deverá, no âmbito das actividades produtivas, permitir o controlo dos dispositivos domóticos dispersos pela habitação.

A Interface Gráfica a desenvolver confina-se às actividades de controlo operacional, nomeadamente no controlo de equipamentos. A nível de gestão, a Interface Gráfica deverá permitir definir Tarefas, Cenários e visualização de ocorrências alarmísticas e de consumos de potência.

Através do armazenamento e tratamento da informação recolhida, o sistema terá a capacidade de gerar e disponibilizar relatórios de alarmes e potências consumidas contendo indicadores estatísticos. Estes indicadores estatísticos destinam-se a posterior análise da qualidade não tendo como objectivo um controlo estatístico da habitação.

3.2 Perspectiva do produto

A Interface Gráfica deverá integrar um sistema a ser desenvolvido posteriormente, sistema este que estará responsável pela actualização da base de dados sobre o estado dos dispositivos e pela actualização do estado dos equipamentos da rede.

A Interface Gráfica deverá ter acesso à base de dados actualizada com as informações provenientes desse sistema, assim como também deverá ter possibilidade de actualização directa da própria base de dados.

3.2.1 Interfaces de *hardware*, *software* e de comunicações

A Interface Gráfica a desenvolver será instalada num servidor com *webserver Apache* e com base de dados *PostgreSQL*, e poderá ser acedida a partir de qualquer terminal com acesso à *Internet*, seja ele um computador ou telefone móvel com tecnologia 3G, visto que estará em comunicação com um módulo GSM.

Por outro lado deverá ser possível a importação e exportação de dados da Interface Gráfica para a base de dados, bastando para tal dar a ordem para que o mesmo aconteça.

3.2.2 Interface com utilizador

A interface deverá ser baseada num browser que pode existir tanto em sistema operativo *Windows™* como em *Linux*. O conteúdo dinâmico das interfaces será gerado pelo servidor.

O browser a utilizar deverá funcionar como janela normal. O acesso deverá ser concedido através de autenticação do Utilizador. Esta autenticação deverá ser efectuada logo no início da sessão não permitindo o acesso caso esta autenticação não se realize.

Fisicamente, a interface com o utilizador poderá ser feita através de qualquer equipamento com acesso à *Internet*, quer seja um computador pessoal, PDA ou mesmo um telemóvel com tecnologia 3G.

Existirão diferentes níveis de acesso de Utilizador que restringirá o acesso a algumas funcionalidades. As permissões dos diferentes utilizadores serão apresentadas em pormenor mais à frente no documento.

A Interface Gráfica deverá seguir o seguinte padrão, de forma a se apresentar com um aspecto consistente e agradável. Desta forma estabeleceram-se algumas regras:

- Fonte: *Arial*, tamanho 8;
- Botões: devem aparecer no lado esquerdo para o caso das diferentes tabulações e centrados caso não direccionem para uma diferente tabulação;
- Os *TextBox* e *CheckBox* devem ter uma altura de 30 píxeis e devem estar alinhados com os restantes campos;

3.3 Funções do Produto

O Sistema de Informação compreende cinco funcionalidades base:

- Acesso remoto a partir de qualquer ponto com *Internet*:

O Sistema de Informação deverá permitir o acesso à interface remotamente a partir de qualquer equipamento que tenha capacidade de ligação à *Internet*. Este acesso às funcionalidades da interface estará pendente de autenticação do utilizador através de nome de utilizador e palavra-chave.

Para o acesso ser feito através de um telemóvel ou PDA os equipamentos terão de estar equipados com tecnologia 3G.

- Recolha e tratamento de informação contida numa base de dados:

O Sistema de Informação será capaz de recolher e tratar dados referentes à iluminação, tanto de lâmpadas como de estores, ao alarme da habitação, às válvulas de emergência de gás e água, ao aquecimento e ar condicionado, assim como, referentes à rega e máquinas da piscina.

Quando for pedida uma informação do estado dos equipamentos, o Sistema de Informação deverá ser capaz de aceder aos dados presentes na base de dados e de os mostrar de forma tratada. Paralelamente, o sistema actualizará os dados existentes na base de dados consoante haja mudanças do estado do equipamento.

- Acesso e definição de tarefas a realizar e cenários a utilizar:

Tanto as tarefas como os cenários deverão ser editáveis e criadas por um utilizador com acesso a essa funcionalidade. O sistema deve permitir o acesso às tarefas e cenários aos utilizadores com nível de acesso correspondente.

Estas funcionalidades permitirão a programação de eventos para uma utilização mais prática das funcionalidades do sistema.

- Indicadores estatísticos:

O sistema deve gerar, conforme o pedido do utilizador, valores estatísticos para fins informativos do próprio utilizador. Estes valores estatísticos são referentes aos consumos de potência dos equipamentos que estarão instalados na rede domótica e serão dados valores diários, mensais e do intervalo desejado.

- Histórico de ocorrências:

O sistema terá a capacidade de armazenar informação em base de dados referente a ocorrências que tenham existido na rede domótica.

3.4 Características dos utilizadores

Destacam-se no Sistema de Informação especificado quatro tipos de utilizadores com diferentes níveis de acesso: Administrador, Empregado, Idoso e Criança.

- Administrador:

O nível de acesso Administrador dará acesso a todas as funcionalidades da Interface Gráfica não tendo, por consequência, qualquer restrição de acesso. Um utilizador com nível de acesso de Administrador será o proprietário ou co-proprietário da habitação. Este é o único nível de acesso que permite a alteração de propriedades do sistema de alarme de segurança da habitação e alteração de valores pré-definidos nos equipamentos. Este nível de acesso também permitirá a remoção de Utilizadores já existentes no sistema.

- Empregado:

Este nível de acesso não terá todas as funcionalidades da Interface Gráfica disponíveis. O controlo de todas as luzes e estores da habitação, assim como a programação de Cenários e agendamento de tarefas serão opções às quais este nível de acesso não terá acesso.

O nível de acesso empregado existe para o proprietário da habitação ter a possibilidade de permitir pessoas estranhas ao ambiente familiar entrarem na habitação sem assumir um risco maior.

- Idoso:

Um utilizador com nível de acesso Idoso terá o agendamento de tarefas bloqueado. Isto deve-se ao facto de não ser algo necessário e que possa evitar gastos exagerados de energia e recursos.

- Criança:

Tal como no caso do nível de acesso Idoso, o nível de acesso Criança também não permite o agendamento de tarefas assim como também tem bloqueado o controlo do sistema de rega e piscinas pelas mesmas razões explicitadas no nível anterior mas ainda mais para evitar gastos excessivos por falta de responsabilidade inerente à condição de criança, permitindo na mesma que jovens acedam aos restantes equipamentos.

Capítulo 4

4 Especificação dos Requisitos

Neste capítulo será apresentado com maior detalhe algumas das funcionalidades que se pretendem que sejam implementadas na Interface Gráfica.

4.1 Processos do Sistema de Informação

4.1.1 Alterar o estado das lâmpadas da habitação

Sempre que se pretenda alterar o estado das lâmpadas da habitação, o utilizador deverá proceder como descrito no Diagrama 4.1 quanto à sua interação com o Sistema de Informação.

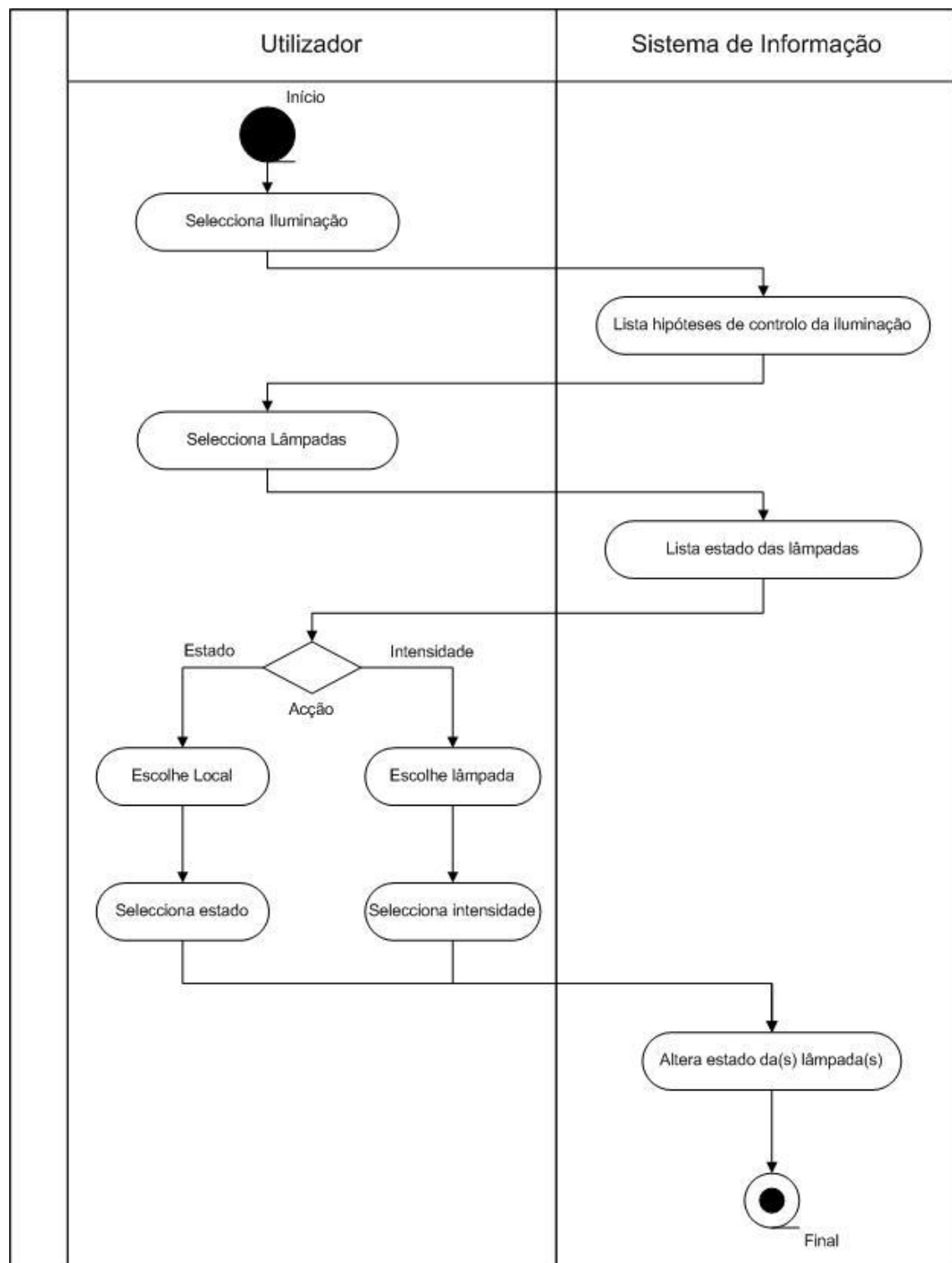


Diagrama 4.1 - Diagrama de actividades para alterar estado das lâmpadas.

4.1.2 Visualização do Histórico de Potência

O diagrama apresentado seguidamente descreve a interação do Sistema de Informação com o Utilizador no caso em que esta pretenda verificar o histórico de potência.

Nesta funcionalidade terá a possibilidade de visualizar dados existentes na base de dados. Terá também a possibilidade de eliminar os dados pretendidos ou todos os dados já existentes.

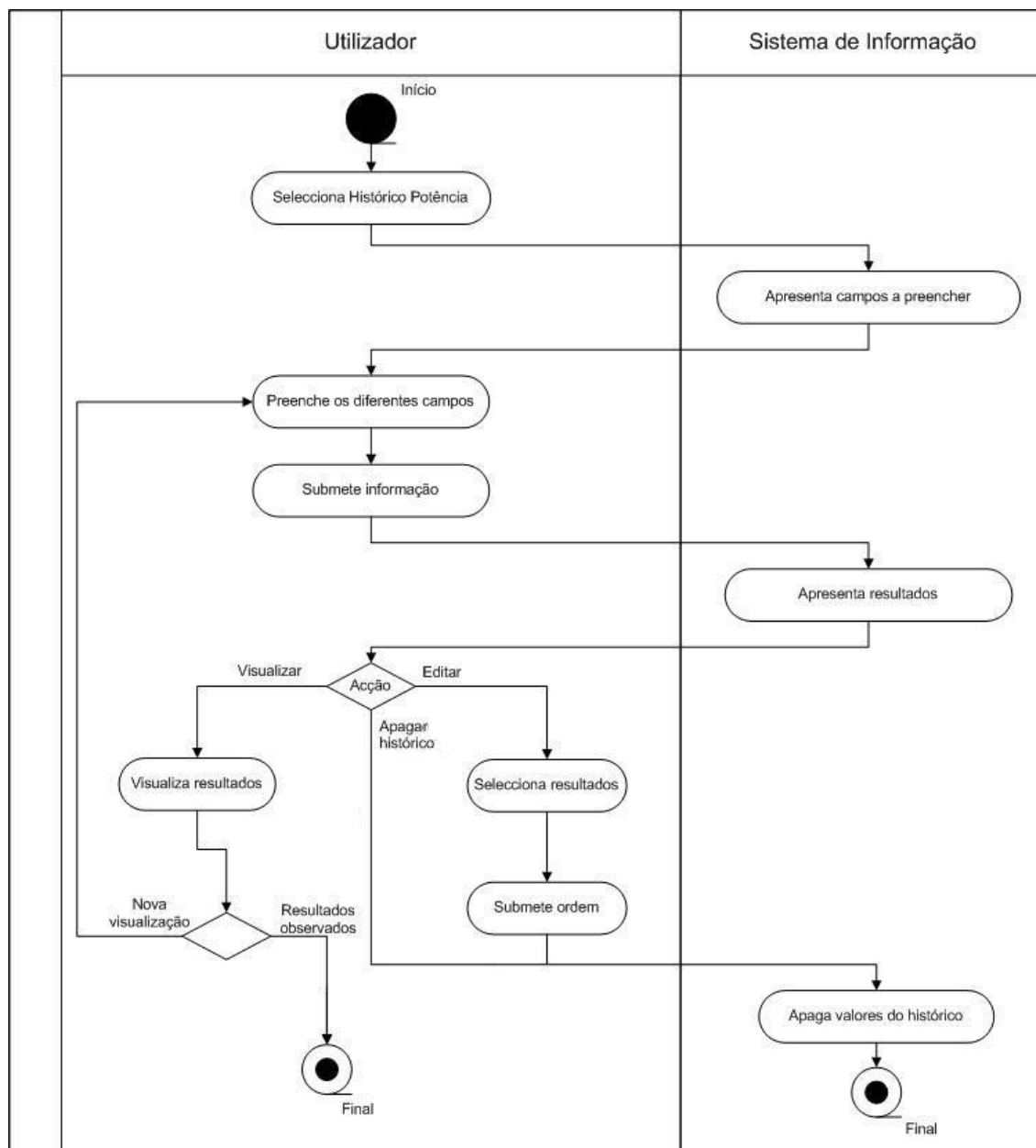


Diagrama 4.2 - Diagrama de actividades para visualização do histórico de potência.

4.1.3 Programação de Tarefas

Uma visão mais global do processo de programação de tarefas é útil no desenho do Sistema de Informação. Como tal, é descrito de seguida em diagrama de actividades, o fluxo de procedimentos relativo a este processo.

Faz-se notar que o diagrama pretende descrever os passos associados à programação de tarefas a serem executadas pelo sistema.

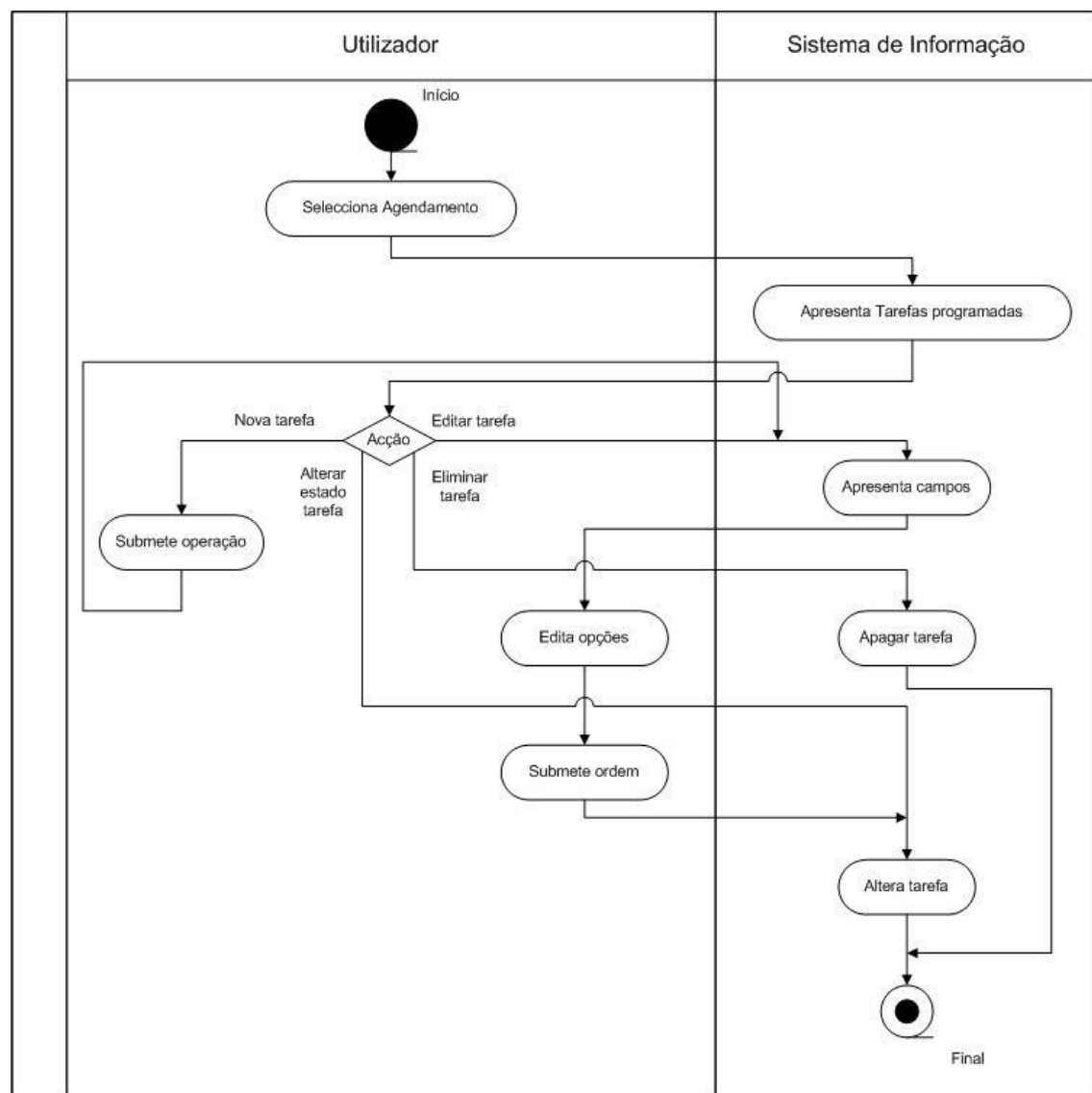


Diagrama 4.3 - Diagrama de actividades para a programação de tarefas.

4.2 Visão Geral

A Interface Gráfica deverá estar preparada para uma interacção com diferentes utilizadores com acesso a funcionalidades distintas. Como tal, pretende-se representar estes processos de utilização por um diagrama global que permite uma visualização mais clara do sistema.

Todos os elementos envolvidos no Sistema de Informação serão representados no diagrama seguinte, sendo as permissões e funções de cada um evidenciadas através das ligações a cada sub-sistema. Os actores serão descritos detalhadamente no ponto seguinte deste documento.

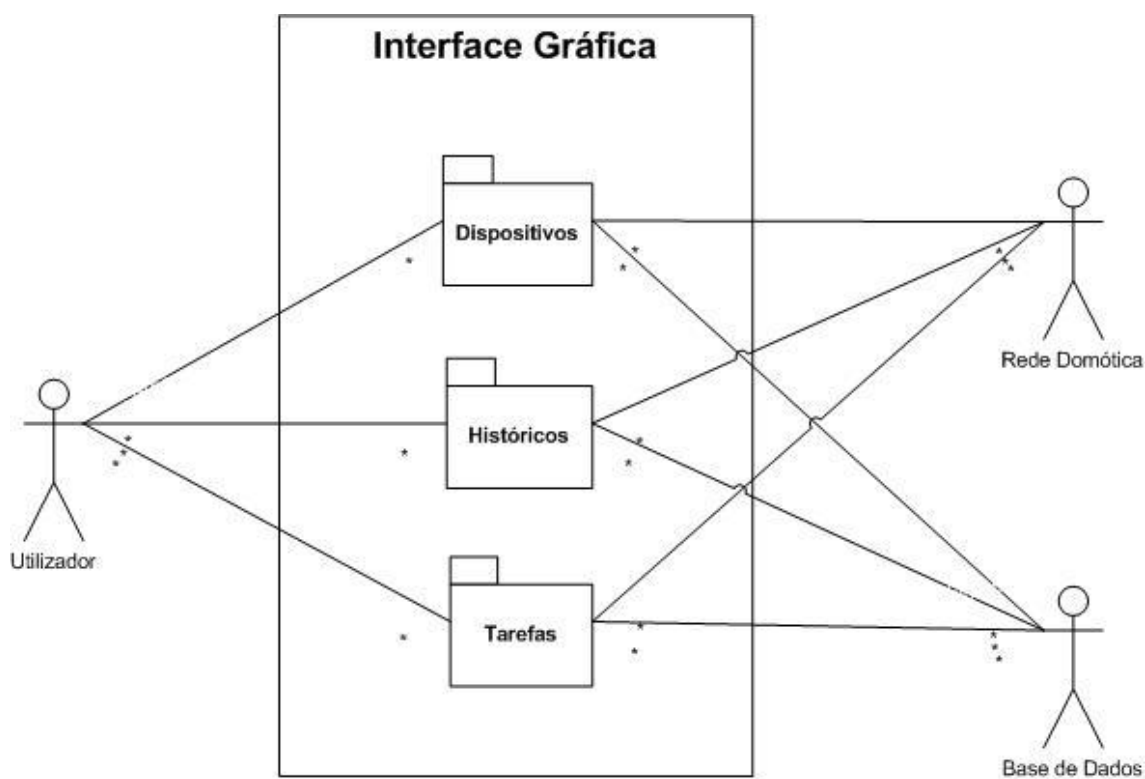


Diagrama 4.4 - Diagrama de pacotes dos casos de uso.

- **Utilizador:**

Representa todos os utilizadores humanos que interagem com o Sistema de Informação, dividindo-se em quatro níveis de acesso, dependendo do grau de permissões de cada um, tal como já foi visto anteriormente.

- Base de dados:

É o sistema de armazenamento dos dados sobre o estado dos equipamentos da habitação e de acontecimentos passados. É também nesta base de dados onde ficam guardados os dados de autenticação dos utilizadores, assim como o nível de acesso respectivo.

- Rede Domótica:

Representa a ligação que permite a comunicação com os equipamentos interligados em rede na habitação.

4.3 Funcionalidades específicas da Interface Gráfica

A Interface Gráfica terá de ter funcionalidades específicas de forma a ser capaz de corresponder ao seu propósito. Como o destino é o mercado nacional, a interface apresentar-se-á totalmente em português, e para quando for acedida por novos utilizadores existirá uma secção de apoio ao uso da interface.

Uma das características da interface será a possibilidade de visualização da localização da posição onde se encontra o utilizador na Interface Gráfica. Esta informação será dada por uma barra de localização no topo da interface que indicará onde se encontra o utilizador na sua navegação. Com esta funcionalidade, o utilizador será capaz de retroceder para uma localização anteriormente visitada apenas com um clique sobre a localização pretendida. Esta funcionalidade fará com que haja maior facilidade na navegação pela interface gráfica visto que ao apresentar a localização presente irá fazer com que o utilizador saiba onde se encontra apenas observando a barra.

As outras capacidades do sistema baseiam-se na gestão e controlo do estado dos dispositivos da rede, na programação e organização de tarefas e na gestão de históricos e de dados.

4.3.1 Gestão e controlo do estado dos dispositivos de rede

Por dispositivos existentes na rede da habitação, compreendem-se os equipamentos ligados à iluminação, lâmpadas e estores, os sensores orientados para o alarme de protecção da habitação, as válvulas de emergência do gás e água, o aquecimento e o ar condicionado, assim como, o equipamento de rega e as máquinas da piscina e as imagens das câmaras de vigilância.

Um utilizador de nível de acesso de Administrador terá a possibilidade de visualizar a habitação, piso por piso, onde o estado dos equipamentos existentes nas diferentes divisões poderá ser conferido e alterado. Se tiver sido adicionado algum equipamento novo à habitação, existirá a possibilidade de dar a indicação em que divisão este foi adicionado, fazendo então depois parte dos equipamentos a mostrar nessa mesma divisão.

- Iluminação:

Será dada a possibilidade de ligar ou desligar todas as lâmpadas da habitação de uma só vez. Também será possível ligar ou desligar todas as lâmpadas piso a piso, assim como as do exterior, de uma só vez. Nas diferentes salas, na cozinha e no escritório será possível controlar a intensidade da luz através da escolha de um valor pré-definido (0%, 15%, 30%, 50%, 65%, 80% e 100%). Será possível baixar e subir todos os estores da habitação, ou por piso, de uma só vez.

- Estado do alarme de segurança da habitação:

Capacidade de ligar ou desligar o alarme total da habitação ou o alarme pré-definido de zonas específicas. Possibilidade do utilizador com nível de acesso Administrador programe áreas específicas a alarmar, ao invés de apenas poder activar os alarmes para toda a habitação. Será possível assim proteger apenas as divisões que se pretender.

Ao activar o alarme, este só ficará ligado passado trinta segundos da ordem de activação, para permitir a saída da pessoa que possa estar no interior da divisão alarmada. Se algum dos sensores for activado quando o alarme estiver ligado, uma mensagem será enviada para um ou dois números de telemóvel pré-definidos. Um aviso também será mostrado na interface até que algum Utilizador de nível Administrador dê a indicação de ter tomado conhecimento da ocorrência.

Existirá a possibilidade de desactivar o alarme contra intrusão sem ser necessário entrar em sessão. Caso o alarme contra intrusão esteja activo, será possível desliga-lo com a introdução de uma palavra-chave logo na página inicial da interface sem ser necessária uma autenticação por parte do Utilizador.

- Válvulas de emergência:

Terá de ser possível o fecho e abertura das válvulas do gás e da água. O utilizador poderá aceder a esta funcionalidade excepto se as válvulas tiverem sido fechadas como emergência. Nessa situação, uma mensagem de aviso estará presente na interface até que um Utilizador do nível Administrador dê conhecimento da ocorrência. Após ter sido dado conhecimento, qualquer utilizador poderá abrir as válvulas. As válvulas do gás e as válvulas da água serão fechadas ou abertas como um todo e não individualmente.

- Aquecimento e Ar condicionado:

Capacidade de ligar e desligar o Aquecimento e o Ar condicionado, na habitação toda ou por piso, a uma temperatura pré-definida. Esse valor pré-definido da temperatura para os diferentes pisos ou para a totalidade da habitação, tanto para o Aquecimento como para o Ar condicionado, serão definidos apenas por utilizadores de nível de acesso Administrador.

- Sistema de rega e máquinas da piscina:

Será possível ligar e desligar o sistema de rega assim como as máquinas da piscina.

- Câmaras de vigilância:

Haverá a possibilidade de visualizar as imagens das câmaras instaladas na habitação em tempo real, estando esta funcionalidade apenas inerente aos utilizadores com nível de acesso de Administrador.

4.3.2 Programação e organização de tarefas

Uma das capacidades mais importante do sistema será a possibilidade de programar tarefas de modo a estas serem executadas em alturas determinadas ou então com maior facilidade visto já se encontrarem pré-programadas.

Como tal, serão incluídas tarefas em diferentes situações. O sistema compreenderá a possibilidade de programar tarefas individuais ou um conjunto de tarefas, Cenários, a serem executadas simultaneamente após ordem do utilizador.

Também será possível ligar ou desligar a rega automática.

- Tarefas:

Entende-se por Tarefa a programação de um qualquer acontecimento que esteja ligado à mudança de estado de algum dos dispositivos de rede. Um utilizador com acesso a tal funcionalidade poderá programar todos os equipamentos que estejam registados e activos na rede domótica para actuarem à data e hora pretendida. Será possível marcar tarefas para serem executadas várias vezes, quer seja diária, semanal ou mensalmente.

- Cenários:

Será possível a interligação de Tarefas de modo a estas serem activas todas no mesmo instante. A essa funcionalidade foi atribuído o nome de Cenário.

Um utilizador terá a capacidade de activar e desactivar diferentes cenários pré-programados. Os cenários já existentes serão três mas ainda haverá a possibilidade de activar e desactivar outros três cenários, no máximo, que serão pré-programados à vontade de um Utilizador com nível de acesso de Administrador. O utilizador Administrador também poderá editar cenários pré-programados já criados ou mesmo eliminá-los, caso seja a sua vontade. Os cenários já existentes serão o cenário Dia, cujo activação fará com que todas as lâmpadas no exterior da casa sejam desligadas, os estores da habitação serão todos levantados, o alarme será desactivado, desligará a máquina de limpeza da piscina, o sistema de rega automático será desactivado e a temperatura interior será regulada para o valor pré-definido, o cenário Noite, em que a sua activação ligará o alarme, ligará a iluminação exterior da casa, os estores serão fechados na totalidade, a máquina de limpeza da piscina será ligada, activará o sistema de rega automática e a temperatura interior da casa será regulada para o valor pré-estabelecido, e o cenário Home Cinema, que quando activado regulará a intensidade da luz para uma determinada percentagem, descera os estores, baixará a tela de projecção, o projector será ligado assim como o leitor de DVD e o amplificador e

será colocado o ar condicionado em modo silencioso de modo a não perturbar o visionamento e criar um ambiente propício a tal.

4.3.3 Gestão de históricos e de dados

Como funcionalidade do sistema, existirá a possibilidade de gerir um histórico de incidências ocorridas na habitação, assim como também será possível visualizar informação tratada e gerir um histórico de potência com informações estatísticas.

- Histórico de ocorrências:

Será possível visualizar uma lista de ocorrências, organizadas cronologicamente, de alarmes que foram activados.

- Histórico de potência consumida:

Será possível visualizar valores de potência consumida na habitação nos diferentes dias. Esta informação poderá ser vista por dia, em determinadas semanas, por mês ou mesmo num determinado período desejado. Serão apresentados cálculos de potência média assim como de potência diária.

Será possível escolher para que dia ou intervalo de tempo se pretende ver os consumos de potência. Se a informação pretendida não estiver presente na memória, uma mensagem de erro alertará o utilizador de tal. Se o Utilizador desejar apagar dados, bastará seleccionar os dados que pretende eliminar e com um clique eliminá-los. Também terá a possibilidade de apagar a totalidade do histórico de potência de uma só vez.

- Tratamento de dados relativos aos Utilizadores:

Haverá a possibilidade de gestão dos diferentes Utilizadores do sistema com a criação de novos Utilizadores, mudança da palavra-chave de Utilizadores já existentes no sistema assim como a capacidade de mudança de nível de acesso do Utilizador e possibilidade de eliminação de Utilizadores. Apenas Utilizadores de nível Administrador terão acesso a esta funcionalidade.

4.4 Casos de Uso

Um caso de uso é uma descrição de um conjunto de sequência de acções que um sistema realiza produzindo um resultado particular [15]. O actor, neste caso, representa um Utilizador da Interface Gráfica. Um caso de uso especifica um comportamento desejado, sem determinar como será realizado, modelando assim o comportamento de um sistema, subsistema ou classe [16].

Seguidamente serão apresentados os diferentes casos de uso da utilização da interface, juntamente com um exemplo de uma possibilidade gráfica para a mesma.

- Autenticação do Utilizador:

Um Utilizador acedendo ao domínio onde se encontrará a Interface Gráfica encontrará a possibilidade de se autenticar no sistema. Para tal, terá de introduzir o nome de Utilizador e a palavra-chave associada ao mesmo nos respectivos campos presentes para o efeito (Figura 4.1).



Figura 4.1 – Login

No final da introdução dos dados, será possível tentar a autenticação clicando no botão “Login” presente na interface. Se os dados introduzidos não forem aceites como verdadeiros será lançada uma mensagem de erro a informar que a autenticação falhou (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Erro de Login

Caso a autenticação tenha ocorrido com sucesso, o Utilizador ficará perante as funcionalidades do sistema. Se se der o caso de ser um Utilizador com um nível de acesso limitado, algumas das funcionalidades do sistema não lhe estarão acessíveis, tal como pode ser

visto no exemplo de ser um Utilizador com nível de acesso Criança no qual a tabulação “Ap. Eléctricos” e a “Agendamento” não poderão ser acedidas (Figura 4.3). Se for um Utilizador de nível de acesso Empregado mais funcionalidades estarão acessíveis (Figura 4.4).



Figura 4.3 – Início Criança



Figura 4.4 – Início Empregado

Se houver uma inactividade superior a dois minutos por parte do Utilizador, a sessão será terminada e terá de voltar a identificar-se de forma a poder aceder ao sistema novamente. Será possível mais do que um Utilizador estar autenticado na rede ao mesmo tempo e a aceder às suas funcionalidades.

Para os próximos casos de uso a serem apresentados assume-se que o Utilizador autenticado terá nível de acesso Empregado.

- Controlo da iluminação:

Escolhendo a tabulação “Iluminação”, o Utilizador ficará perante a possibilidade de controlar a iluminação da habitação. Aqui terá a possibilidade de escolher se pretende controlar as lâmpadas ou os estores (Figura 4.5).



Figura 4.5 – Iluminação

Se o utilizador clicar no botão “Lâmpadas” será dirigido para uma localização onde terá a possibilidade de ligar ou desligar todas as luzes da habitação ou por diferente piso. Nas divisões que estejam equipadas com lâmpadas de intensidade de luz regulável também será possível controlar essa intensidade (Figura 4.6).

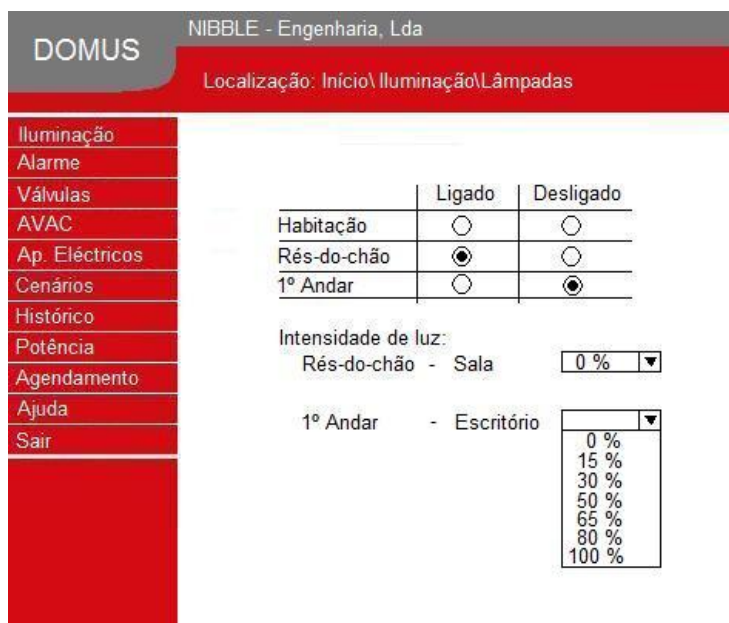


Figura 4.6 – Lâmpadas

Se o utilizador escolher o botão “Estores” encontrará a possibilidade de subir ou baixar a totalidade dos estores da habitação ou controlar os estores por piso (Figura 4.7).

	Baixar	Subir
Habitação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rés-do-chão	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
1º Andar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 4.7 – Estores

- Alarme de segurança:

Se o Utilizador estiver presente na tabulação “Alarme” ser-lhe-á possível activar ou desactivar o Alarme pré-definido da habitação assim como o por si configurado (Figura 4.8).

	Activado	Desactivado
Alarme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alarme pré-config.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 4.8 – Alarme

- Controlo das válvulas de segurança:

O Utilizador terá a possibilidade de fechar ou abrir as válvulas de segurança da água e do gás (Figura 4.9).



Figura 4.9 – Válvulas de segurança

- Controlo do Aquecimento e Ar condicionado:

A partir da tabulação “AVAC”, o utilizador encontrará a possibilidade de escolher entre controlar o aquecimento ou o ar condicionado apenas clicando no respectivo botão (Figura 4.10).



Figura 4.10 – AVAC

Após ter seleccionado que equipamento pretende controlar, ser-lhe-á dada a possibilidade de desligar ou ligar, na habitação toda ou nos diferentes pisos, o Aquecimento (Figura 4.11) ou o Ar condicionado (Figura 4.12).



Figura 4.11 – Aquecimento



Figura 4.12 – Ar condicionado

- Controlo do sistema de Rega e das máquinas da Piscina:

Dirigindo-se à tabulação “Ap. Eléctricos” terá a possibilidade de desligar ou ligar o sistema de limpeza e as bombas a água da piscina, assim como, o sistema de rega da habitação (Figura 4.13).



Figura 4.13 – Aparelhos Eléctricos

- Selecção de Cenários:

Se aceder à tabulação “Cenários” encontrará a oportunidade de apenas com um clique activar um cenário já existente. Se pretender desligar um cenário que esteja activo também será possível. Para tal bastará ver o cenário que pretende modificar e escolher a opção pretendida (Figura 4.14).



Figura 4.14 – Cenários

- Consulta do Histórico:

Para consultar o histórico de ocorrências terá de se aceder à tabulação “Histórico” e verificar os alarmes que foram activados e em que dia e hora tal aconteceu. Se pretender, poderá apagar todas as ocorrências que se encontram registadas no histórico clicando no botão “Apagar Histórico”. Para apagar apenas determinados eventos específicos, estes terão de ser

seleccionados previamente e após isto, clicando no botão “Apagar Seleccionados”, estes serão removidos do histórico (Figura 4.15).

Acção	Local	Data	Hora
<input checked="" type="radio"/> Válv. Gás	Cozinha - R/C	AA-MM-DD	HH:MM
<input checked="" type="radio"/> Sens. Mov.	Sala - 1º	AA-MM-DD	HH:MM
<input type="radio"/> Válv. Água	Dispensa - R/C	AA-MM-DD	HH:MM
<input type="radio"/>			
<input type="radio"/>			

Apagar seleccionados Apagar Histórico

Figura 4.15 – Histórico

- Consulta da Potência consumida:

Acedendo à tabulação de nome “Potência” terá a capacidade de visualizar os gastos de energia da habitação. Se pretender verificar os dados existentes para um dia específico bastará colocar a mesma data em ambos os espaços, mas se pretender verificar um intervalo específico será necessário indicar de que dia até que dia pretende obter informações e clicar em “Submeter” (Figura 4.16).

De [Dia] / [Mês] / [Ano] a [Dia] / [Mês] / [Ano] Submeter

Valor (W)	Data
<input checked="" type="radio"/> VVVVV	AA-MM-DD
<input checked="" type="radio"/> VVVVV	AA-MM-DD
<input type="radio"/> VVVVV	AA-MM-DD

Apagar seleccionados Apagar Histórico

Média: [MMM] Total: [TTT]

Figura 4.16 – Potência consumida

Será mostrada a média diária dos valores de potência do intervalo seleccionado, assim como o total da potência consumida. Caso pretenda apagar a totalidade do histórico bastará clicar em “Apagar Histórico” mas se preferir apagar apenas determinados dias terá que seleccioná-los e posteriormente clicar em “Apagar seleccionados”.

Se quando forem introduzidos os dados do intervalo de tempo que se pretenda visualizar, os mesmos não estiverem coerentes cronologicamente ou os dados desse período não estejam guardados, uma mensagem de erro aparecerá a avisar o utilizador (Figura 4.17).

The screenshot shows the DOMUS application interface. The top bar includes the logo 'DOMUS' and the company name 'NIBBLE - Engenharia, Lda'. Below this, the location is set to 'Localização: Início\Potência'. A sidebar on the left lists various system components: Iluminação, Alarme, Válvulas, AVAC, Ap. Eléctricos, Cenários, Histórico, Potência, Agendamento, Ajuda, and Sair. The main content area displays a date range selector 'De [Dia] / [Mês] / [Ano] a [Dia] / [Mês] / [Ano]' with a message 'Não existem dados para a data pretendida!' and a 'Submeter' button. Below this is a table with columns 'Valor (W)' and 'Data', containing three rows of data. At the bottom, there are buttons for 'Apagar seleccionados' and 'Apagar Histórico', and input fields for 'Média:' and 'Total:'.

Figura 4.17 – Erro na potência consumida

- Agendamento de tarefas:

Caso se pretenda agendar tarefas, bastará clicar na tabulação “Agendamento” e a partir daí estará presente uma tabela com tarefas previamente agendadas e terá a possibilidade de desactivar ou activar essas tabelas ou mesmo removê-las clicando na cruz no início da linha da mesma. Caso pretenda editar alguma das tarefas já existentes apenas terá de clicar no botão “Editar”. Esse botão não estará acessível se na sua linha ainda não estiver nenhuma tarefa agendada. Se desejar agendar uma nova tarefa tal será possível depois de clicar no botão “Nova Tarefa” (Figura 4.18).

The screenshot shows the DOMUS application interface for task scheduling. The top bar includes the logo 'DOMUS' and the company name 'NIBBLE - Engenharia, Lda'. Below this, the location is set to 'Localização: Início\Agendamento'. A sidebar on the left lists various system components: Iluminação, Alarme, Válvulas, AVAC, Ap. Eléctricos, Cenários, Histórico, Potência, Agendamento, Ajuda, and Sair. The main content area displays a table with columns: Acção, Frequência, Hora, Activado, Desactivado, and Editar. The table contains five rows of tasks. Below the table is a button labeled 'Nova Tarefa'.

	Acção	Frequência	Hora	Activado	Desactivado	Editar
<input checked="" type="checkbox"/>	Baixar Estores Hab.	Todos os dias	HH:MM	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Editar
<input checked="" type="checkbox"/>	Desligar Lâmp. - R/C	Semal/ - 2ª-Feira	HH:MM	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Editar
<input checked="" type="checkbox"/>	Ligar Máq. Limp. Pisc.	Mensal/ - 13	HH:MM	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Editar
<input checked="" type="checkbox"/>	Desligar Máq. Limp. Pisc.	Mensal/ - 13	HH:MM	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Editar
<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Editar
<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Editar

Figura 4.18 – Agendamento

Após clicar nesse botão ficará presente a página para programação da nova tarefa. Aí poderá escolher a tarefa que pretende agendar da lista de tarefas que lhe serão apresentadas, assim como definir a hora e a frequência que pretende que esta ocorra. Se desejar uma frequência semanal ou mensal ficará, então, disponível a escolha do dia da semana ou do dia do mês,

respectivamente, a que pretende que a tarefa seja executada. Caso contrário, este campo estará indisponível. Após todos os campos estarem devidamente preenchidos, bastará clicar no botão “Submeter” e a tarefa ficará assim agendada (Figura 4.19).

Figura 4.19 – Nova tarefa no agendamento

Para editar uma tarefa já programada, o método será em todo semelhante ao anterior explicado.

- Apoio à navegação na interface:

Acedendo à tabulação “Ajuda”, encontrará informação sobre cada uma das tabulações presentes na interface sobre o que poderá fazer nas mesmas (Figura 4.20).

Figura 4.20 – Ajuda

- Possibilidade de desactivar o alarme contra intrusão sem o utilizador estar autenticado no sistema:

Se o alarme contra intrusão estiver accionado, será possível desactiva-lo directamente da página de autenticação do utilizador (Figura 4.21).

Figura 4.21 – Desactivar Alarme na Página de Login

Bastará introduzir a palavra-chave no espaço destinado e clicar no botão “Desactivar”. Se a palavra-chave estiver correcta, o alarme será desactivado. Caso contrário manter-se-á accionado.

Em seguida, assume-se que esteja um utilizador com nível de acesso Administrador a aceder à interface. Com tal nível de acesso, as funcionalidades estarão todas disponíveis com um aspecto mais robusto para utilização por parte do actor.

- Visualização e controlo da Habitação:

Caso seja pretendido visualizar os equipamentos dispostos na habitação por divisão, tal será possível clicando na tabulação “Habitação”. Após o clique, o utilizador estará perante a planta do rés-do-chão da habitação (Figura 4.22). Caso pretenda mudar de piso bastará clicar no piso que pretende visualizar. Se um dispositivo novo tiver sido adicionado à rede será mostrado um aviso na interface (Figura 4.23).

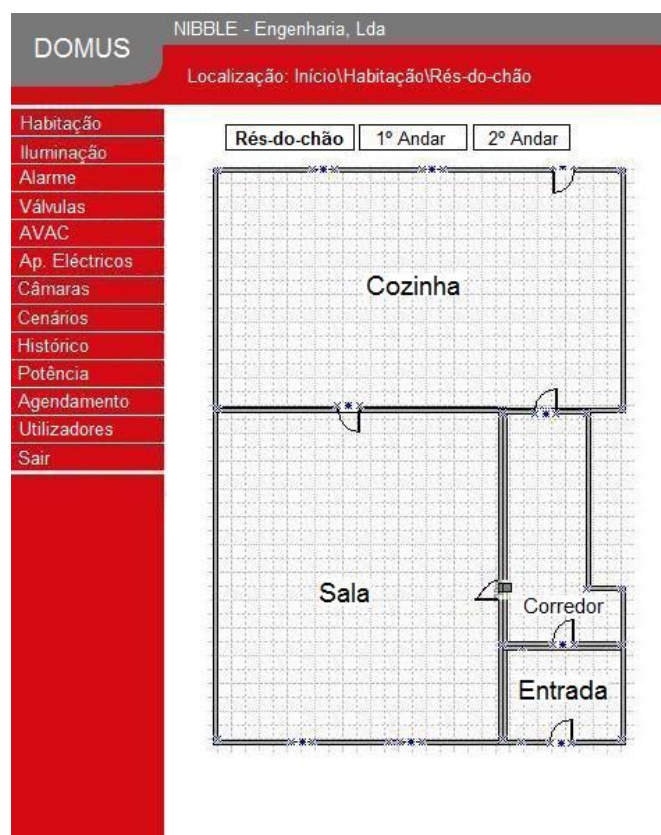


Figura 4.22 – Habitação, Rés-do-chão

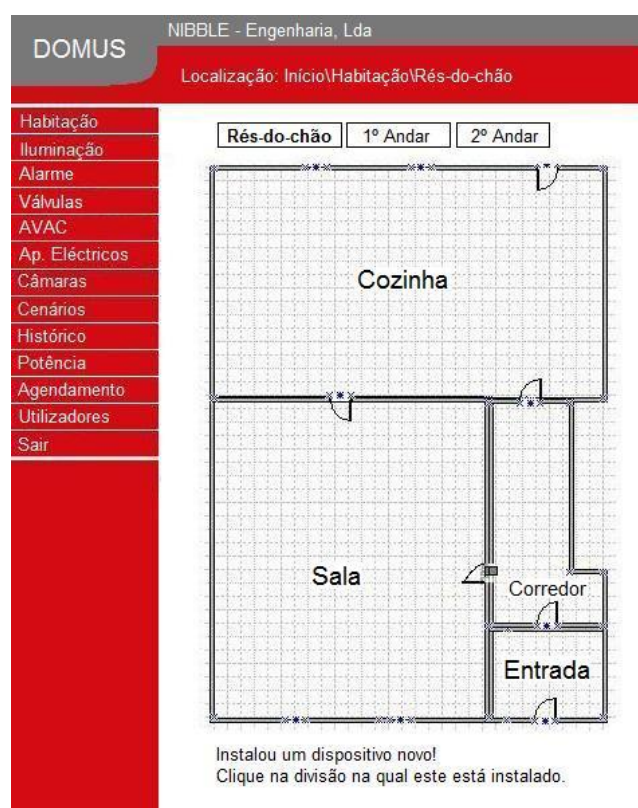


Figura 4.23 – Novo dispositivo instalado na habitação

Caso se pretenda visualizar os equipamentos nas determinadas divisões bastará clicar no nome que identifica a divisão que se pretende escolher. Assumindo que se clica na opção “Sala”, o utilizador ficará perante a disposição e estado dos equipamentos existentes na sala (Figura 4.24).

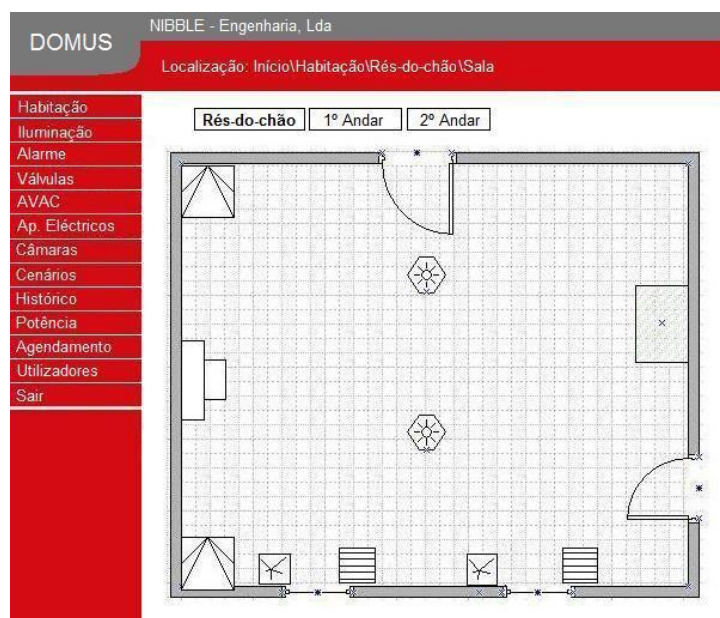


Figura 4.24 – Sala da habitação

Se pretender verificar ou alterar o estado de algum dispositivo bastará seleccioná-lo clicando no mesmo. Ao clicar assim num estore, este aparecerá com uma sinalização de que foi seleccionado e terá então a possibilidade de alterar o seu estado (Figura 4.25). Após clicar no botão “Submeter” o estado do estore será alterado.

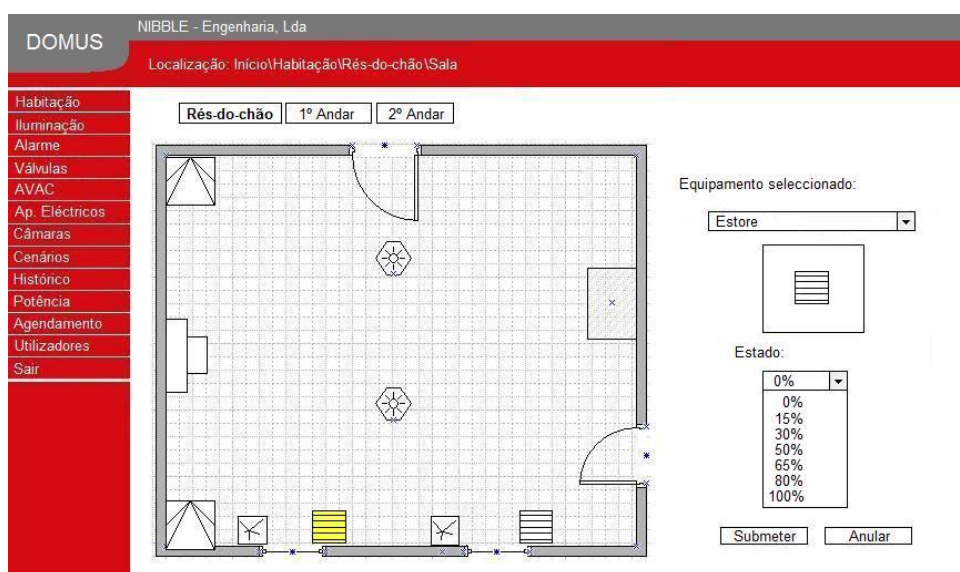


Figura 4.25 – Sala com estore seleccionado

Caso tenha sido adicionado um equipamento novo na habitação, haverá a possibilidade de o adicionar à divisão que está a visualizar. Para isso bastará clicar no sítio indicado de modo a definir o tipo de dispositivo que foi adicionado (Figura 4.26).

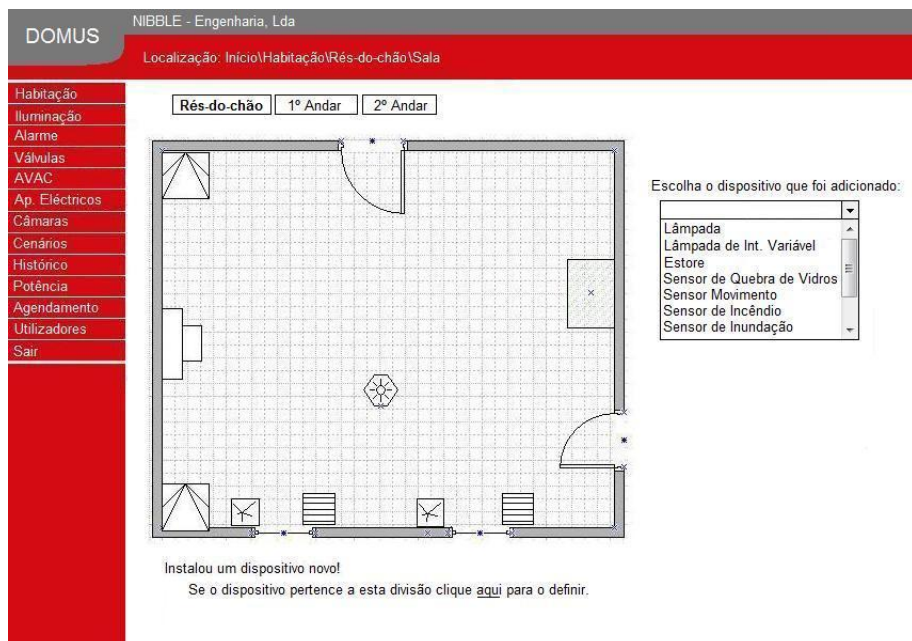


Figura 4.26 – Adição de novo dispositivo, parte 1

Após escolher o tipo de dispositivo, será apresentada uma imagem gráfica que representará o dispositivo (Figura 4.27).

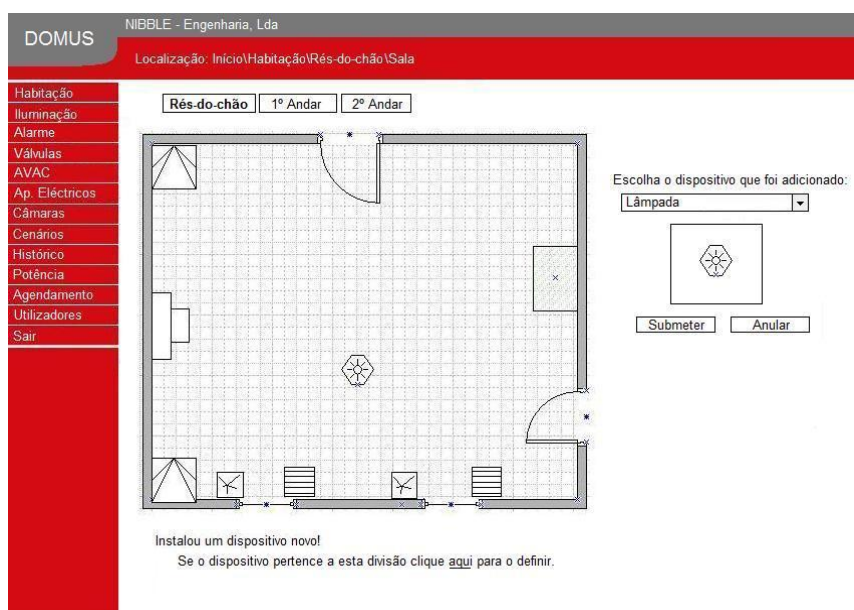


Figura 4.27 – Adição de novo dispositivo, parte 2

Para definir a posição do mesmo na divisão, bastará arrastá-lo para a imagem da planta da divisão para o sítio onde pretende que este esteja. Após definir o sítio indicado poderá memorizar essa posição ao clicar no botão “Submeter” (Figura 4.28).

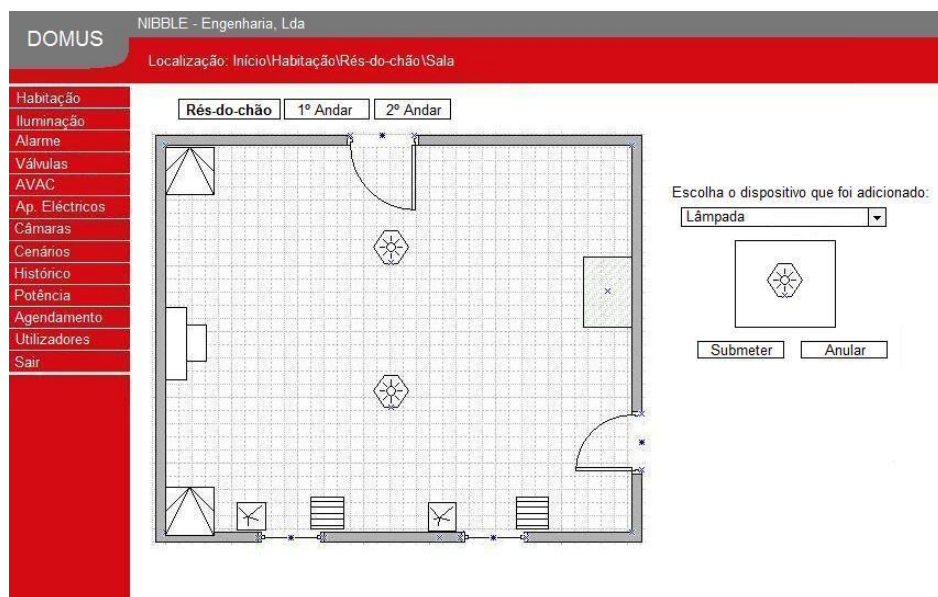


Figura 4.28 – Adição de novo dispositivo, parte 3

- Configuração e controlo do alarme da Habitação:

Na tabulação “Alarme” estará presente a possibilidade de activar ou desactivar tanto o Alarme principal como o Alarme configurável assim como será possível editar as configurações deste último clicando no botão “Configurar Alarme pré-config.” (Figura 4.29).

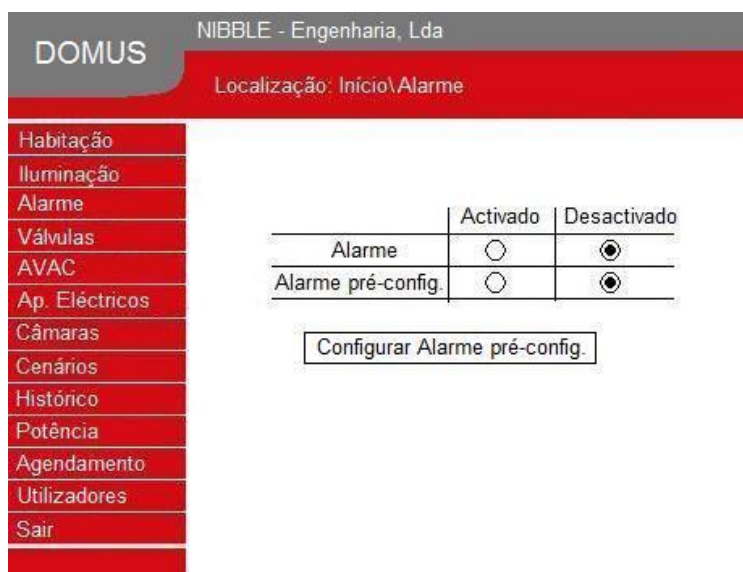


Figura 4.29 – Alarme

Após clicar nesse mesmo botão, ficará presente a possibilidade de escolher as divisões específicas que pretende que fiquem protegidas contra intrusões quando se activar o alarme “Alarme pré-config.”. Após as zonas específicas terem sido seleccionadas, bastará clicar no botão “Submeter” (Figura 4.30).

DOMUS NIBBLE - Engenharia, Lda

Localização: Início\Alarme\Configuração

Seleccione as zonas que pretende que sejam activas com o Alarme pré-configurado

	Piso	Divisão
<input type="checkbox"/>	Rés-do-chão	Sala
<input checked="" type="checkbox"/>	Rés-do-chão	Cozinha
<input checked="" type="checkbox"/>	Rés-do-chão	Dispensa
<input checked="" type="checkbox"/>	Rés-do-chão	WC
<input type="checkbox"/>	1º Andar	Quarto Pequeno 1
<input type="checkbox"/>	1º Andar	Quarto Pequeno 2
<input type="checkbox"/>	1º Andar	WC
<input type="checkbox"/>	1º Andar	Escritório
<input checked="" type="checkbox"/>	2º Andar	Quarto Grande
<input checked="" type="checkbox"/>	2º Andar	Sala
<input checked="" type="checkbox"/>	2º Andar	WC

Submeter

Figura 4.30 – Configuração do alarme

- Configuração e controlo do Aquecimento e Ar condicionado:

Ao escolher a tabulação “AVAC” ficará presente a possibilidade de controlar e configurar o Aquecimento e o Ar condicionado. Se escolher o último, poderá desligá-lo ou ligá-lo por piso ou na habitação toda, mas para além desta possibilidade, também será capaz de definir a temperatura para a qual o ar condicionado ficará definido quando activado. Para isso bastará indicar o valor desejado e clicar no botão “Submeter” (Figura 4.31).

DOMUS NIBBLE - Engenharia, Lda

Localização: Início\AVAC\Ar-condicionado

	Ligado	Desligado	Temp.
Habitação	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	17 °C
Rés-do-chão	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	13 °C
1º Andar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	25 °C

Submeter

Figura 4.31 – Configuração do ar condicionado

- Visualização de imagens das Câmaras:

Clicando na tabulação “Câmaras”, terá a possibilidade de escolher, entre as câmaras existentes na habitação, de qual delas pretende obter imagens. Escolhendo a câmara bastará clicar no botão “Submeter” para obter as imagens (Figura 4.32).



Figura 4.32 – Câmaras

Se escolher a câmara do “Jardim” e tiver clicado em “Submeter” visualizará a imagem que essa câmara estará a captar nesse momento (Figura 4.33).



Figura 4.33 – Visualização da imagem de uma câmara

- Gestão e controlo de Cenários:

Ao clicar na tabulação “Cenários” ficará presente a possibilidade de ligar, desligar, eliminar, editar e criar cenários. Haverá a hipótese de criar novos cenários pré-configurados se o limite ainda não tiver sido atingido. Para criar então um novo cenário bastará clicar no botão “Criar novo Cenário”. Caso esteja já criado o número máximo de cenários, esse botão não estará acessível.

Se pretender eliminar algum dos cenários anteriormente criados terá essa possibilidade clicando na cruz que se encontrará do lado direito de cada cenário criado. Junto a esta estará também um botão “Editar” o qual permitirá editar o respectivo cenário (Figura 4.34).

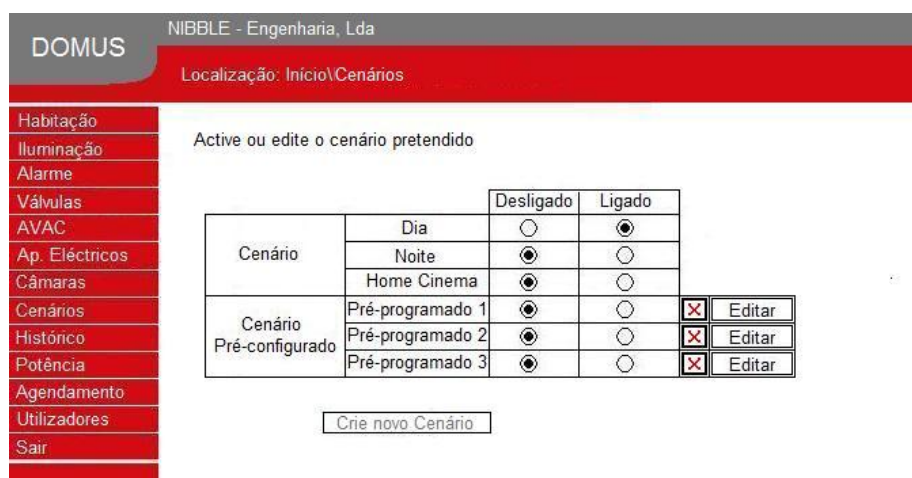


Figura 4.34 – Cenários

Se decidir editar algum dos cenários já existentes terá a possibilidade de alterar o seu nome, eliminar tarefas e de criar novas tarefas. Após fazer as alterações que pretenda bastará clicar no botão “Submeter” e o cenário ficará estabelecido (Figura 4.35). A criação de novos cenários será em todo semelhante à edição.



Figura 4.35 – Edição de cenários

- Gestão de Utilizadores do sistema:

Dirigindo-se à tabulação “Utilizadores” terá a informação sobre o nome e nível de acesso dos diferentes utilizadores registados no sistema (Figura 4.36).

DOMUS NIBBLE - Engenharia, Lda

Localização: Início\Utilizadores

Crie um novo Utilizador do sistema ou edite as características de um Utilizador já existente

Utilizador	Nível de Acesso	
Admin1	Administrador	Editar
Idoso1	Idoso	Editar
Crian1	Criança	Editar
Crian2	Criança	Editar
Empre1	Empregado	Editar

Criar Novo Utilizador

Figura 4.36 – Utilizadores

Caso pretenda editar um utilizador já existente, bastará clicar no botão “Editar” pertencente ao utilizador que pretende editar. Seguidamente, ficará perante a possibilidade de mudar o nome de utilizador, mudar a palavra-chave ou mesmo o nível de acesso do utilizador (Figura 4.37). As mudanças serão efectivas após clicar no botão “Submeter”.

DOMUS NIBBLE - Engenharia, Lda

Localização: Início\Utilizadores\Editar Utilizador

Modifique os parâmetros de um Utilizador já existente no sistema

Nome do Utilizador (6 caracteres):

Palavra-chave actual:

Nova palavra-chave (6 caracteres):

Confirmação palavra-chave:

Nível de acesso:

Submeter

Anular mudanças

Idoso
Administrador
Idoso
Empregado
Criança

Figura 4.37 – Edição de utilizadores

Mas se quiser criar um novo utilizador, na tabulação “Utilizadores”, apenas terá de clicar no botão “Criar Novo Utilizador”. Aí, terá de preencher os diferentes campos para o novo utilizador. Após todos os campos estarem preenchidos, bastará clicar no botão “Submeter” e o novo utilizador será criado (Figura 4.38).

DOMUS NIBBLE - Engenharia, Lda

Localização: Início\Utilizadores\Novo Utilizador

Insira os dados de um novo Utilizador a ser criado no sistema

Nome do Utilizador (6 caracteres):

Palavra-chave (6 caracteres):

Confirmação palavra-chave:

Nível de acesso:

Criar Novo Utilizador

Administrador
Idoso
Empregado
Criança

Figura 4.38 – Criação de novo utilizador

4.5 Performance de Software

No que se refere aos tempos de resposta, o Sistema de Informação deverá ser capaz de gerar as diferentes páginas de navegação num intervalo inferior a dois segundos enquanto que os dados requeridos e existentes nas páginas deverão surgir num tempo inferior a dez segundos. A actualização da informação que é apresentada na interface referente à informação existente na base de dados terá de ser no máximo de dez segundos. Efectuando uma mudança remotamente no sistema, o intervalo para o qual a acção ocorra será também de dez segundos.

No que se refere aos limites mínimos do Sistema de Informação, este deverá ser capaz de suportar o acesso simultâneo de pelo menos dez utilizadores. Quanto à memória disponibilizada para a base de dados deverá ser capaz de manter armazenado informação ligada ao histórico de ocorrências de pelo menos cinquenta eventos distintos. Quando o limite for alcançado, o sistema deverá responder seguindo uma tática de *First In, First Out*. Um Utilizador de nível de acesso Administrador poderá dar a ordem para apagar as ocorrências. Já no histórico relativo à potência consumida os valores terão de estar disponíveis no mínimo até cinquenta dias, sendo que após este limite o sistema deverá proceder de forma semelhante ao histórico anterior, numa tática de *First In, First Out*. Um Utilizador de nível de acesso de Administrador também aqui poderá limpar a informação contida em memória.

Como limites máximos impostos está o facto de só serem possíveis programar trinta tarefas diferentes e de o número máximo de utilizadores registados será de oito Utilizadores, sendo que no mínimo terá de existir sempre um utilizador de nível de acesso Administrador.

4.6 Requisitos da base de dados

A informação a reter na base de dados, os registos simples de datas, números e texto, requer uma actualização constante dos dados. Apesar desta situação, prevê-se uma frequência média, de entrada e saída da base de dados, inferior a cinquenta acessos por segundo.

A base de dados deve suportar até pelo menos vinte ligações simultâneas.

4.7 Atributos do Software

Disponibilidade

Para garantir a disponibilidade do sistema em qualquer instante e salvaguardar a integridade dos dados, deverão ser implementados sistemas de redundância e procedimentos de backup da base de dados.

A nível de hardware serão utilizados dois discos que permitam gravar a informação com redundância, assegurando assim os dados em pelo menos um deles.

De forma a manter todo o equipamento nas devidas condições, este deve ser mantido a uma temperatura e condições de humidade como o recomendado pelo fabricante.

Segurança

A interface terá de ser segura, estando protegida contra ataques provenientes de utilização inadequada tanto por parte de Utilizadores como por pessoas estranhas ao sistema. Como tal, apenas utilizadores com autenticação poderão aceder ao sistema. Os dados da autenticação serão guardados na base de dados com codificação.

Manutenção

O Sistema de Informação deverá ter uma opção de configuração tanto para a actualização e inserção de novos equipamentos. Estas actualizações deverão ser feitos por um Utilizador de nível de acesso Administrador.

Portabilidade

A Interface Gráfica a desenvolver deverá ser independente de qualquer *software*, ou seja funcionar em qualquer *browser* de acesso à *Internet*.

Capítulo 5

5 Resumo de Tecnologias Web

Pretende-se que as Interfaces Gráficas sejam dinâmicas de modo a apresentarem uma actualização constante do estado da habitação. Como tal, é necessário escolher o tipo de software para se usar na criação das mesmas.

Existem vários tipos de software que permitem dinamizar uma página HTML. Seguidamente serão apresentados diversos desses softwares de modo a ser possível uma escolha do mais adequado na programação das Interfaces Gráficas que farão parte do sistema.

5.1 Common Gateway Interface:

A *Common Gateway Interface* (CGI) é um *standard* de interface de aplicações externas com servidores de informação, tais como HTTP ou servidores *Web*.

Um documento HTML que um *Web daemon* devolve é estático, o que significa que existe num estado constante como sendo um ficheiro de texto que não é modificado. Por outro lado, um programa CGI é executado em tempo real de modo a poder ceder uma informação dinâmica. Como exemplo, se tivermos uma base de dados e quisermos que toda a gente a possa aceder pela Internet, basta criar um programa CGI no qual o *Web daemon* executará para transmitir a informação para o motor da base de dados e receber os resultados para mostrá-los ao cliente. Este é um exemplo de um *gateway* e foi onde a CGI teve as suas origens.

Um programa CGI pode ser escrito em diversas linguagens desde que sejam permitidas correr no sistema. Estas linguagens de programação são:

- C/C++;
- Fortran;

- PERL;
- TCL;
- Qualquer shell Unix;
- Visual Basic;
- AppleScript;

estando apenas dependentes do que está disponível no sistema.

Desvantagens:

O exemplo da base de dados é uma ideia simples mas na maioria das vezes é difícil de implementar. Não há limite do que se pode ligar à Internet mas tem de se ter em consideração que o que quer que o programa CGI faça, não deve demorar muito tempo a devolver o resultado. Caso contrário, o utilizador ficará tempo demais à espera que algo aconteça.

Dado que um programa CGI é um executável, basicamente é o equivalente a deixar o mundo correr um programa no nosso sistema, o que não é a situação mais segura. Devido a isso, é necessário implementar medidas de segurança no que requer ao uso de programas CGI. Provavelmente, o que irá afectar mais o utilizador típico de Internet é o facto de um programa CGI ter de estar obrigatoriamente num directório especial de modo a que o servidor *Web* saiba executar o programa em vez de apenas mostrá-lo no *browser*. Este directório costuma estar sobre o controlo directo do webmaster, proibindo assim o utilizador normal de criar programas CGI.

Uma das maiores desvantagens do uso de programas CGI é o facto de ser necessário executar o programa sempre que é efectuado um pedido, o que diminui bastante a eficiência do servidor [17].

5.2 ASP.NET:

ASP.NET é uma plataforma desenvolvida e comercializada pela Microsoft na qual podem ser criadas páginas de Internet dinâmicas, aplicações *Web*, assim como, *Web Services* e é o sucessor da tecnologia *Active Server Pages* (ASP), oferecendo uma gama maior de recursos e um melhor desempenho.

O ASP.NET não é nem uma linguagem de programação como o VBScript ou PHP nem um servidor *Web* como o *Internet Information Service* (IIS) ou Apache.

É um componente do IIS, o servidor Web da Microsoft, que permite através de uma linguagem de programação integrada na plataforma .NET criar páginas dinâmicas. Dado que o ASP.NET é baseado na plataforma .NET, herdou todas as suas características, por isso, como qualquer aplicação .NET, as aplicações para essa plataforma podem ser escritas em várias linguagens de programação, tais como C# e Visual Basic .NET.

Uma aplicação para Web desenvolvida em ASP.NET pode reutilizar código de qualquer outro projecto escrito para a plataforma .NET, mesmo que em linguagem diferente. Uma página ASP.NET escrita em VB.NET pode chamar componentes escritos em C# ou *Web Services* escritos em C++, por exemplo. Ao contrário da tecnologia ASP, as aplicações ASP.NET são compiladas antes da execução, trazendo sensível ganho de desempenho [18].

As aplicações *Web* ASP.NET necessitam da plataforma .NET e do servidor IIS para executar, pelo menos na plataforma Windows. O projecto Mono é um esforço para permitir que aplicações ASP.NET, assim como toda a plataforma .NET, possam ser executadas noutras plataformas, como o Linux.

Desvantagens:

Dado que a plataforma .NET pertence à Microsoft, o software apenas corre em plataformas Windows.

Apesar disso, em 2001 um projecto foi lançado pela Ximian num esforço para a disponibilização de uma versão Unix da plataforma .NET onde foram criados alguns dos componentes. Mais tarde, e após a Ximian ter sido adquirida pela Novell, foi apresentado uma versão de testes do Mono pela empresa Novell que corria em Linux, Windows, Mac OS X e Unix, mas embora seja possível descarregar o Mono gratuitamente, ainda há incompatibilidades com alguns componentes.

5.3 Java Server Pages:

Java Server Pages (JSP) são documentos HTML no qual pode ser integrado código Java. Quando uma JSP é pedida pela primeira vez, é transformada num Servlet Java e compilada pelo servidor *Web*, ou mais precisamente, pelo motor JSP/Servlet. Este Servlet reside no servidor e contém implicitamente o código HTML. A execução do código gerará a informação dinâmica e combina-a com o código HTML que devolve ao *browser Web*.

Os Servlets são módulos de código em Java que correm numa aplicação de servidor (daí o nome “Servlets”, parecido com “Applets” do lado do cliente) para responder ao pedido dos clientes. Os Servlets não estão presos a um protocolo cliente-servidor específico mas normalmente são usados com HTTP e a palavra Servlet é muitas vezes usada com o significado de “HTTP Servlet”.

Visto que os Servlets são escritos em Java, que é uma linguagem com elevada portabilidade, e dado que seguem uma plataforma standard, eles proporcionam um meio para criação de extensão de servidor sofisticada com servidor e sistema operativo independentes.

O uso de HTTP Servlets inclui:

Processamento e/ou armazenamento de informação submetida por um formulário HTML;

Fornecimento de conteúdo dinâmico, isto é, quando o cliente pede uma informação a uma base de dados, retorna os resultados;

Orienta a informação do estado em cima HTTP sem estado, isto é, num sistema de compras online em que estão vários clientes em simultâneo é capaz de mapear cada pedido ao cliente correcto.

Um Servlet não corre num processo separado o que elimina a necessidade da criação de um *overhead* adicional para cada pedido. Visto que um Servlet fica em memória entre pedidos, também vai facilitar e evitar que seja necessário o carregamento dos dados para cada pedido. Uma das grandes vantagens dos Servlets é o facto de uma instância ser capaz de responder a todos os pedidos concorrentemente [17].

Para complementar os Servlets do lado do servidor, existem os Applets do lado do cliente. Os Applets geralmente têm algum tipo de interface de utilizador, ou fazem parte de uma destas dentro de uma página da web. Este aspecto distingue os Applets de outros programas escritos numa linguagem de programação de *scripting*, como *JavaScript*, que também roda num contexto de um programa cliente maior, embora não possam ser considerados Applets.

Ao contrário de um programa, os Applets não podem funcionar independentemente. Os Applets, podem exibir uma parte gráfica e por vezes interagem com o utilizador, assim como têm a capacidade de interagir com o programa hospedeiro, apesar de não serem requeridos a fazê-lo. Eles geralmente são *stateless* e têm privilégios de segurança restritos para interacção com o programa hospedeiro. Como tal, o Applet deve ser executado num *container*, que é provido pelo programa hospedeiro, através de um *plugin*, ou uma variedade de outros aplicativos, incluindo aparelhos móveis que suportam o modelo de programação de Applets.

Alguns dos exemplos comuns de Applets são os *Java Applets*, vídeos *Flash* ou mesmo o Applet do *Windows Media Player* que é usado para exibir arquivos de vídeo embebidos nos *browsers* de Internet.

No contexto de *Java*, Applets são aplicativos que se servem da *Java Virtual Machine* (JVM) existente na máquina cliente ou embutida no próprio *browser* do cliente para interpretar o seu código. Criados pela *Sun* em 1995, são geralmente usados para adicionar interactividade a aplicações *Web* que não podem ser geradas pelo HTML. Os Applets são executados numa *sandbox* pela maioria dos *browsers*, impedindo-os de acederem aos dados da máquina na qual estão a ser executados. O código do Applet é descarregado de um servidor *Web* e o *browser* exibe a interface do programa. Ele é exibido na página *Web* através do uso do acrónimo HTML `<applet></applet>`, que especifica a fonte e as estatísticas de alocação do Applet [19].

Desvantagens:

Uma das desvantagens do JSP é o facto de se usar *Java* e de esta ser uma linguagem pesada e lenta. Embora grandes esforços tenham sido feitos para melhorar o desempenho, o código *Java* não será mais rápido como outros executáveis mas provavelmente será mais rápido que outras populares linguagens de script.

5.4 Conclusão:

Após análise de diferentes tecnologias, verifica-se que as JSP serão a opção pela qual será melhor enveredar.

A razão para tal escolha prende-se com o facto de as JSP terem uma grande portabilidade, o que não se verifica no ASP.NET, e de só ser necessário escrever uma única vez um Servlet que qualquer que seja o servidor em que esteja o website, não será necessário reescrever o Servlet.

Também a possibilidade de seguir as acções de cada utilizador e manter a informação num cookie para depois ser possível buscar a informação sempre que o utilizador mudar de página é algo que será interessante para o desenvolvimento do sistema.

Em suma, usando JSP, o programador terá a vantagem de usar interfaces já escritas o que fará com que o programador se possa concentrar no que o programa necessita em vez de como o faz. Outra das vantagens do uso da linguagem Java é o facto de o código ter grande portabilidade e ser independente da máquina ou sistema operativo que se usa.

Os Java Servlets também apresentam capacidades que não são possíveis de executar usando métodos convencionais tais como o HTML puro e programas CGI. Algumas destas características incluem a habilidade de facilmente localizar acções de utilizadores por todo o website enquanto mantém a informação entre páginas. O desempenho é outro dos benefícios do uso de Servlets. Como um Servlet consegue responder a múltiplos pedidos simultaneamente, não há necessidade de criar processos novos sempre que outro utilizador aceda à página como é necessário nos scripts CGI.

Para além disto, a conexão a uma base de dados não poderia ser mais fácil. Com o *Java Database Connectivity* (JDBC), fazer uma ligação é tão simples como estabelecer uma chamada para obter informação como o nome do condutor, utilizador ou palavra-chave. Uma vez com a ligação estabelecida, esta pode ser mantida e não tem que ser terminada e reaberta sempre que o utilizador precise de aceder à base de dados ou se vários utilizadores precisarem de aceder à base de dados ao mesmo tempo.

Capítulo 6

6 Solução Proposta

A escolha de uma arquitectura do sistema é fundamental para o bom funcionamento do mesmo. Deve ser tomado em conta o facto de se pretender que seja uma solução que apresente um custo aceitável e com uma segurança eficaz.

Quando se projecta um sistema deste tipo, podem seguir-se várias soluções. Posto isto, pretende-se então que sejam apresentadas diversas soluções de modo a ser feita uma escolha ponderada tendo também em conta os estudos anteriormente realizados.

Após a escolha da arquitectura a usar, serão apresentados modelos já pensados e uma interface gráfica funcional já existente.

6.1 Arquitectura do Sistema

Como solução principal e mais eficaz, é apresentada uma solução em que se juntam todos os componentes agrupados no mesmo sistema.

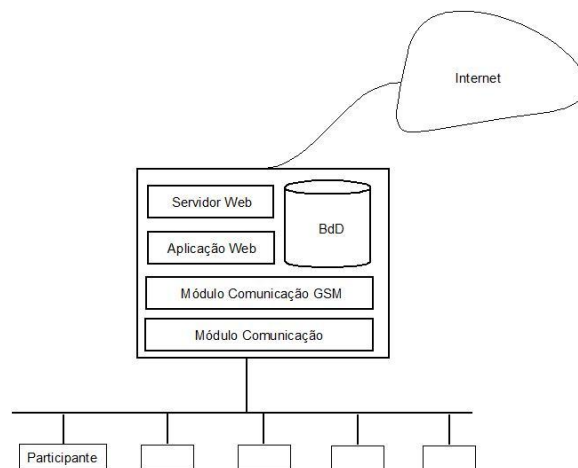


Figura 6.1 – Sistema único.

Esta arquitectura requer um processador próprio e obriga a que esteja sempre ligado, trazendo a um custo e a um consumo de potência inerente à sua utilização constante. Apesar disso, esta arquitectura permite que seja instalada num sistema próprio e apenas concebido para desempenhar as funções do sistema domótico que se pretende. Deste modo, obtém-se uma maior segurança contra ataques, assim como, uma maior fiabilidade em termos de equipamento.

Nesta situação, o uso de JSP também poderá ser posto em prática sem qualquer problema dado que o processador a usar nesta arquitectura será pensado a ser capaz de suportar tal tecnologia e dedicado ao sistema.

Como soluções alternativas, e de suporte financeiro inferior, serão expostas duas possibilidades. Uma das soluções possíveis é a instalação de interfaces gráficas em dois sistemas separados. Para tal será necessário criar uma interface que apenas será acedida por um utilizador de nível de acesso de Administrador onde será dada a possibilidade de configuração da outra interface que terá menos funcionalidades. Esta solução pode levar a duas situações: uma solução sem base de dados em que funcionará com base em ficheiros de configuração importados do outro sistema ou então uma solução com uma base de dados de tamanho reduzido que será actualizada constantemente.

Usando uma arquitectura como a mostrada na Figura 6.2, apresentam-se dois sistemas de funcionamento independente.

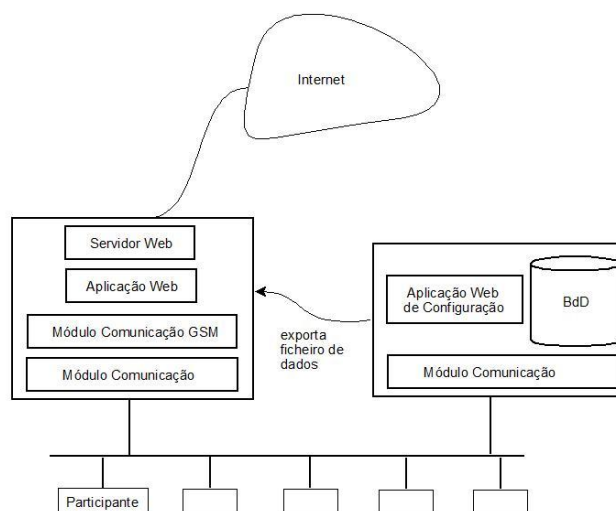


Figura 6.2 – Dois sistemas independentes só com uma BdD.

Nesta arquitectura, a interface configurável seria instalada no sistema com ligação à *Internet*. A interface de configuração poderia ser instalada num computador *desktop*, ou em qualquer outro computador existente na habitação desde que tenha ligação com o sistema domótico, não sendo necessário que o computador esteja sempre ligado, ao contrário do sistema que albergue a interface configurável.

Esta separação entre sistemas permite o uso de um processador de menor consumo visto não ser necessário que um processador tão potente esteja sempre em funcionamento. Para além disso, como não é exigido um processador muito potente, o custo do sistema onde está instalada a interface também será reduzido.

Como a interface de configuração estará instalada noutro sistema, sempre que fosse necessário configurar a interface configurável, bastaria correr o programa no computador onde este estiver instalado e descarregar as configurações, exportando também o ficheiro com as informações necessárias da base de dados para o funcionamento correcto da outra interface.

Um dos principais problemas desta arquitectura prende-se com o facto de ser necessária a instalação do programa de configuração num sistema sujeito a problemas como é um computador pessoal. Para além disso, o uso de JSP será um pouco pesado para o processador, e visto que não se usam bases de dados no sistema da interface configurável, teria de se usar CGI. O uso de CGI traz um esforço complementar ao processador visto ter de estar sempre a executar o programa aquando de novos pedidos como já foi visto anteriormente.

Uma outra hipótese de arquitectura seria a instalação de uma base de dados mais leve juntamente com a interface com acesso remoto. O sistema funcionaria como o descrito anteriormente mas, deste modo, quando fossem feitas as exportações das configurações, em vez de serem enviadas as informações da base de dados através de um ficheiro, seriam agora copiadas para uma base de dados mais limitada. Esta situação iria fazer com que as informações pretendidas fossem dadas com uma maior rapidez e eficiência (Figura 6.3).

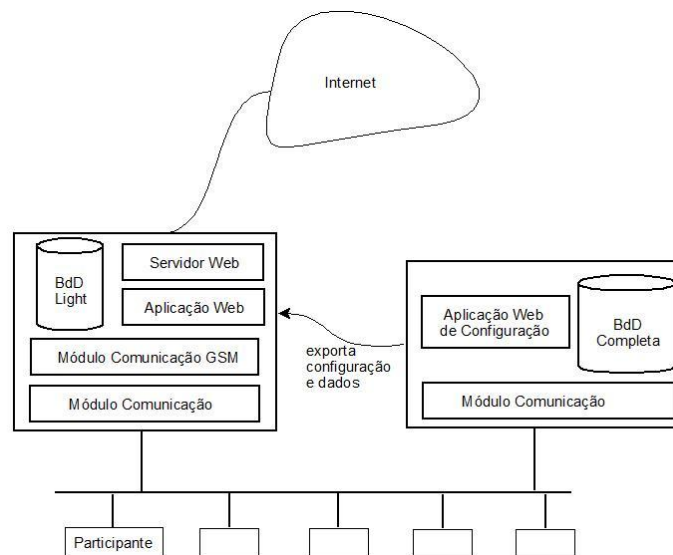


Figura 6.3 – Dois sistemas independentes, ambos com BdD.

Nesta situação na qual já é utilizada uma base de dados bastante simples, será considerado o uso de JSP para permitir uma comunicação mais eficiente.

Contudo, o mesmo problema de se ter dois sistemas independentes continuaria a subsistir, visto que deste modo continua a ser necessário um computador separado para se configurar a interface que permite o acesso remoto. Para além disso, o uso de JSP trará um maior esforço de funcionamento ao processador.

6.2 Modelo Entidade Associação

Usando a arquitectura do sistema único como ideia, foi pensado um modelo conceptual a ser seguido no desenvolvimento da Interface Gráfica, o modelo Entidade Associação.

O modelo principal do sistema será o que organiza e relaciona os actuadores com as tarefas.

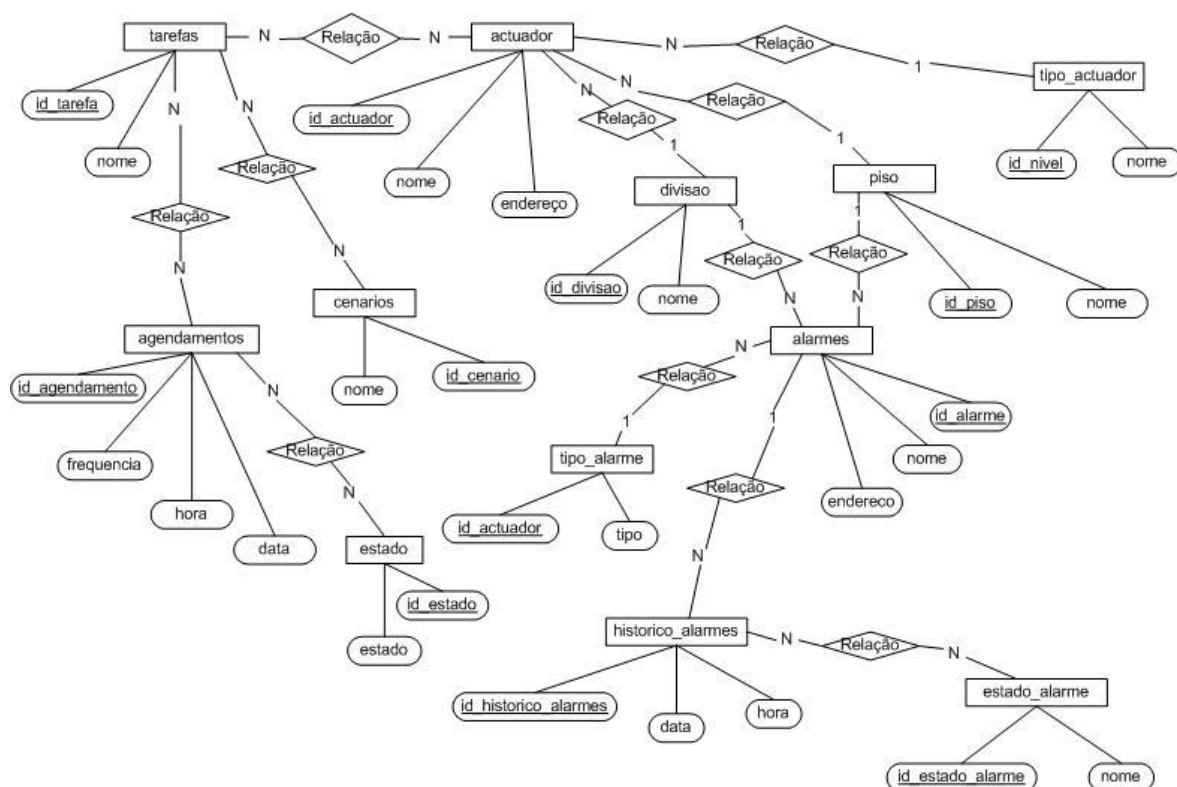


Figura 6.4 – Modelo Entidade Associação 1.

Este modelo complexo apresentado na Figura 6.4 compreende a maior parte das entidades que farão parte do Sistema de Informação. A partir deste modelo é possível verificar quais as ordens de relação entre as entidades aí participantes.

Para o sistema ficar completo, será necessário ter em conta também os modelos da Figura 6.5 e Figura 6.6.

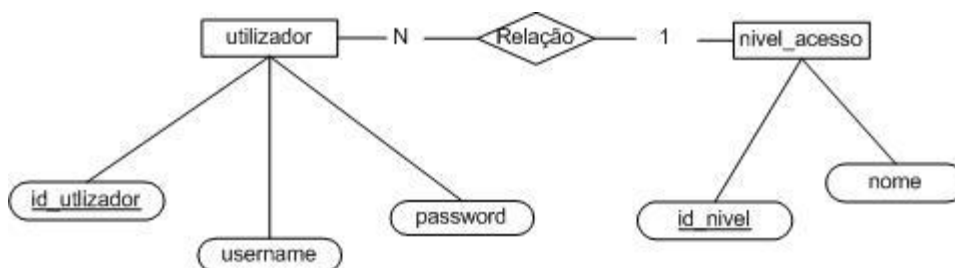


Figura 6.5 – Modelo Entidade Associação 2.



Figura 6.6 – Modelo Entidade Associação 3.

6.3 Modelo Relacional

Para complementar o modelo Entidade Associação apresenta-se nesta secção o modelo Relacional.

Este modelo é utilizado para relacionar os atributos de cada entidade. Neste Sistema de Informação o modelo Relacional será o seguinte:

utilizador	<u>id_utilizador</u>	username	password	#nivel_acesso				
nivel_acesso	<u>id_nivel</u>	nome						
actuador	<u>id_actuador</u>	nome	endereco	#tipo	#pisao	#divisao		
tipo_actuador	<u>id_nivel</u>	nome						
pisao	<u>id_pisao</u>	nome						
divisao	<u>id_divisao</u>	nome						
alarmes	<u>id_alarme</u>	nome	endereco	#divisao	#tipo	#pisao		
tipo_alarme	<u>id_actuador</u>	tipo						
historico_alarmes	<u>id_historico_alarmes</u>	data	hora	#alarme	#estado			
estado_alarme	<u>id_estado_alarme</u>	nome						
tarefas	<u>id_tarefa</u>	nome	#divisao					
cenarios	<u>id_cenario</u>	nome	#tarefa					
agendamento	<u>id_agendamento</u>	frequencia	hora	data	#estado	#tarefa		
estado	<u>id_estado</u>	estado						
historico_potencia	<u>id_historico_potencia</u>	data	valor_potencia					

6.4 Protótipo da Implementação da Interface Gráfica

Seguindo os requisitos apresentados neste documento, foi programado um protótipo da Interface Gráfica que poderá ser usado como referência futura na continuação do desenvolvimento deste projecto.

Este protótipo apresenta uma base de dados funcional em *PostgreSQL* e utiliza o servidor *Apache* como servidor local. Serão apresentados de seguida apenas alguns *screenshots* da interface em funcionamento.

Uma das funções mais utilizadas será a gestão do estado das lâmpadas.

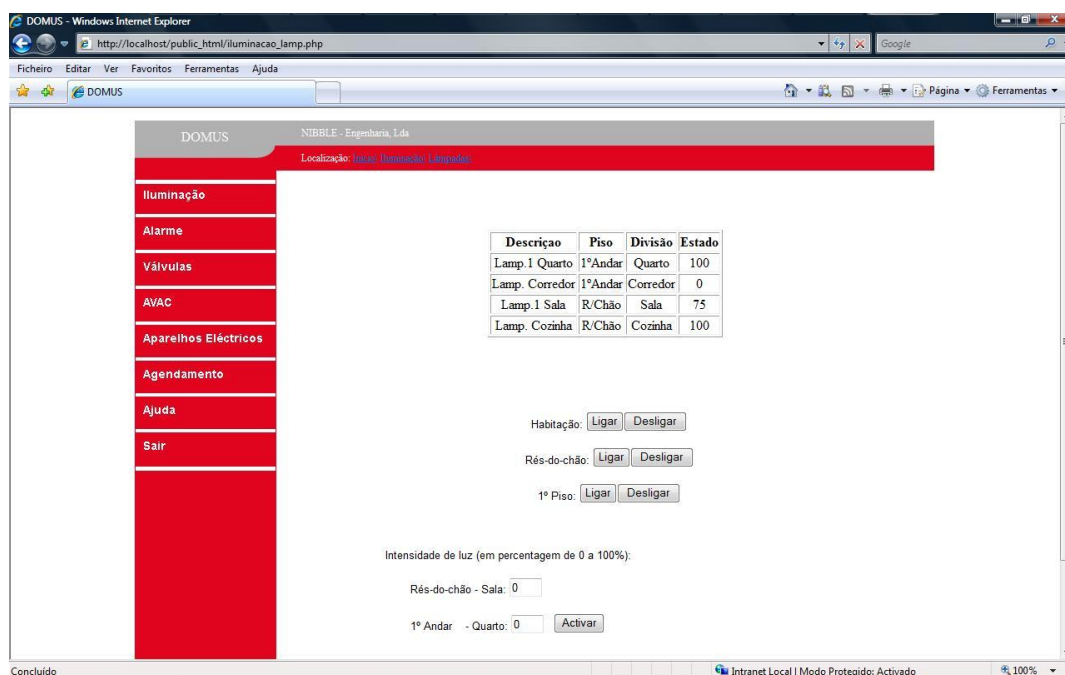


Figura 6.7 – Tabulação Iluminação/Lâmpadas.

A partir da Figura 6.7, verifica-se que é possível observar na tabela o estado das lâmpadas na habitação. Se for pretendido alterar o estado das lâmpadas por piso ou no total de toda a habitação bastará clicar no botão indicado, consoante a acção que se deseje. No caso das lâmpadas serem de intensidade regulável, existirá a possibilidade de alterar a sua luminosidade. Para isso bastará definir a intensidade da iluminação que se pretende nas lâmpadas na caixa correspondente e clicar no botão “Activar” por forma a enviar a ordem ao sistema.

Outra funcionalidade da Interface Gráfica são os Agendamentos.

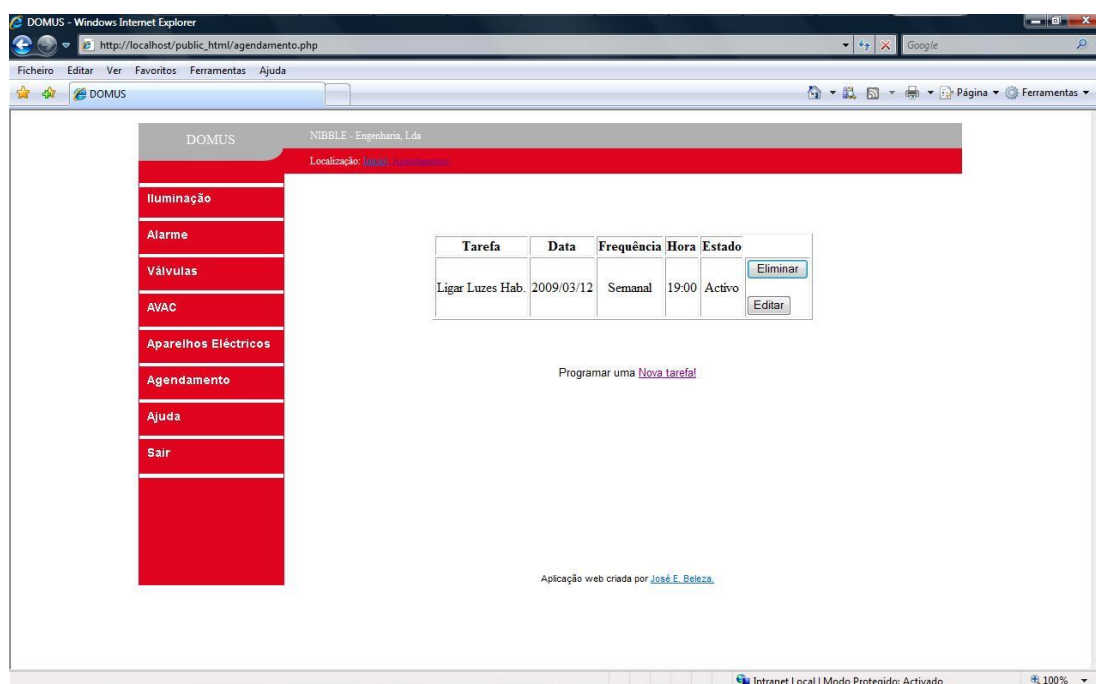


Figura 6.8 – Tabulação Agendamentos.

Na tabulação Agendamentos será possível gerir tarefas. Caso haja alguma tarefa já programada, o utilizador terá a possibilidade de a eliminar ou editar. Se pretender criar uma nova tarefa bastará clicar no *link* para tal definido.

Figura 6.9 – Novo agendamento de tarefa.

Após clicar no *link*, poderá escolher que tarefa pretende agendar de um conjunto de tarefas já existentes (Figura 6.9). Após introdução de todos os dados correctamente e conforme desejado bastará clicar no botão “Inserir” e a tarefa ficará visível como estando existente (Figura 6.10).

Tarefa	Data	Frequência	Hora	Estado	
Ligar Luzes Hab.	2009/03/12	Semanal	19:00	Activo	Eliminar Editar
Ligar Ar condicionado	2009/02/27	Diária	15:30	Desactivo	Eliminar Editar

Programar uma [Nova tarefa!](#)

Aplicação web criada por [José E. Beleza](#)

Figura 6.10 – Tabulação Agendamento actualizada com nova tarefa.

Capítulo 7

7 Conclusão

A Nibble – Engenharia, Lda tem como principal objectivo o alargar a capacidade de controlo domótico dos dispositivos que de momento comercializa e conseguir criar um sistema domótico que permita um controlo remoto via *Web*. Para um projecto destes ganhar forma é necessário o desenvolvimento do *hardware* e *software*.

Nesta dissertação foi especificado a parte de *software* que comporá o sistema a ser comercializado pela empresa. Foi pensado para ser de qualidade superior aos equipamentos já existentes no mercado nacional de modo a ser possível a entrada no mesmo com sucesso.

A especificação da interface gráfica com ligação a um servidor *Web* trará a inovação principal que é pretendida na empresa. As interfaces tornarão possível o controlo que se pretende sobre o equipamento domótico remotamente. Para além disso, foi pensada uma solução que engloba todos os requisitos que a empresa colocava na criação do sistema.

Em suma, os resultados obtidos foram os inicialmente previstos, tanto ao nível do conhecimento adquirido como ao nível do trabalho desenvolvido.

7.1 Desenvolvimentos Futuros

Após a apresentação destes requisitos, um protótipo da interface gráfica aqui definida já foi programado e encontra-se operacional. Perante esta situação, e como desenvolvimento futuro, prevê-se a continuação do desenvolvimento da interface por forma a satisfazer todos os requisitos aqui especificados.

Os requisitos do sistema também poderão sofrer uma melhoria à medida que for sendo adquirida experiência nesta área por parte da empresa, o que levará a uma actualização constante da interface gráfica e do equipamento por si controlado.

Em termos comerciais, terá de ser procurado um distribuidor de equipamento KNX/EIB de modo a conseguir adquirir os dispositivos necessários na altura da instalação do sistema.

Após a introdução no mercado nacional do sistema integrado de segurança e domótica por parte da Nibble – ENGENHARIA, Lda., a empresa poderá pensar em tentar avançar para um mercado não só habitacional mas também criar um sistema que possa vir a ser instalado em edifícios comerciais.

8 Referências

- [1] I. Sommerville, “Software Engineering”, 6th ed., Ed. Addison Wesley, 2003.
- [2] X-10, “Wireless solutions for 230 volts countries”. Disponível em <http://www.x10europe.com>. Acesso em Março/2008.
- [3] Echelon Corporation, “Open System Design Guide”, Version 2.0, 2001.
- [4] Echelon Corporation, “Building Automation Technology Review”, 2003.
- [5] Pedro Miguel de Miranda Fernandes, “Aplicações Domóticas para Cidadãos com Paralisia Cerebral”, Tecnologia Domótica, Universidade de Aveiro, 2001.
- [6] S. Avelar, “Protocolo EIB KNX”, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Dezembro, 2007
- [7] Konnex Association, “System-architecture”, Julho, 2004.
- [8] C-Bus Enabled. Disponível em <http://www.cbush-enabled.com/>. Acesso em Março/2008.
- [9] LogicHome, “Apresentação do Sistema”, LogicHome, 2004.
- [10] “Controller Area Network”. Disponível em <http://www.mjschofield.com/index.htm>, 2006.
- [11] Cardio. Disponível em <http://www.cardio.pt/>. Acesso em Março/2008.
- [12] Mordomus – Intelligent House Management. Disponível em <http://www.mordomus.com/>. Acesso em Março/2008.
- [13] J. Monteiro, “Montagem de um sistema didáctico utilizando a tecnologia Instabus/EIB da Siemens”, FEUP, Dezembro 2004.
- [14] IEEE STD 830-1998, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications.
- [15] “Object Management Group, UML Revision Task Force”, OMG Unified Language Specification, Version 1.3, 1999.
- [16] Alberto Silva, Carlos Videira, “UML, Metodologias e Ferramentas CASE”, 2ª ed. vol. 3, Centro Atlântico, Portugal, 2005.
- [17] Novocode. Disponível em <http://www.novocode.com/>. Acesso em Maio/2008.
- [18] “The Official Microsoft ASP.NET Site”. Disponível em <http://www.asp.net/>. Acesso em Maio/2008.
- [19] “Developer Resources for Java Technology”. Disponível em <http://java.sun.com/>. Acesso em Maio/2008.